MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Sechzehnter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 7 Tafeln, 50 Textfiguren und 2 Karten.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1914.

Druck: „Heider Anzeiger“, G. m. b. H., Heide i. H.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.
Neue Folge. Sechzehnter Band. (Der ganzen Folge 22. Band.) Abteilung Kiel.

Inhalt.

Seite

Tod, Zeugung und Vererbung unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner. Von V. Hensen. (Mit 20 Textfiguren) 1

Die Sipunculoideen der Nord- und Ostsee unter Berücksichtigung von Formen des nordatlantischen Gebietes. Von J. Fischer. (Mit 9 Figuren im Text und 1 Tafel [I]) 85

Über Onuphiden der Nordsee. Von F. Eulenstein. (Mit 2 Tafeln [II und III] und 8 Figuren im Text) . . 129

Einfluß von Wind und Luftdruck auf die Höhe des Wasserspiegels. Von W. Ahlfeld. (Mit 32 Tabellen und 1 Figur im Text) 175

Vierte Mitteilung über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen im Meerwasser und Boden, sowie von gelöster Kieselsäure im Meerwasser. Von E. Raben. (Mit 8 Tabellen, 2 Karten und 1 Figur im Text) 207

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Tiere. Von J A. Meyer. (Mit 13 Tabellen und 1 graphischen Darstellung) 231

Gemmula-Studien und allgemein-biologische Untersuchungen an *Ficulina ficus Linné.* Mitteilung über vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Gemmula-Studien an Meeres- und Süßwasser-Spongien. Von K. Müller. (Mit 4 Tafeln [IV bis VII] und 10 Figuren im Text) 287

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY

Tod, Zeugung und Vererbung unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner.

Von

V. Hensen.

Mit 20 Textfiguren.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort 5
I. Einleitung 7
II. Der Tod aus Altersschwäche 7
A. Der Tod der Person 8
B. Der Tod der persönlichen Form 10
C. Der Tod der Protisten 11
III. Was erzwingt den Tod der Person und der persönlichen Form? . . 16
IV. Die Funktionen des Zellkerns im allgemeinen 19
V. Die Vorstellung über die Erblichkeit 25
VI. Die Tätigkeit des Kerns bei der Zeugung 27
VII. Das Verhalten der Chromatinbänder und der Chromiolen 35
VIII. Was ist Träger der persönlichen Vererbung? 41
IX. Die Erhaltung der Arten ohne Befruchtung 46
A. Die Zeugung durch vegetative Zellen 47
B. Die parthenogenetische Zeugung 50
X. Die Befruchtung und ihre nächsten Folgen 50
1. Die Anregung zur Entwicklung 50
2. Die Neubildung einer Person 52
3. Die Verjüngung, Schlackenlehre 55
3a. Verjüngung ohne geschlechtliche Zeugung 57
3b. Verjüngung durch geschlechtliche Zeugung 59
A. Die Bastardierung 59
B. Die Inzucht 60
C. Die normale Zeugung 62
XI. Die Mendelstudien 63
XII. Die Häufigkeit der Inzucht 69
XIII. Die Wirkung der Selektion 71
XIV. Die Entstehung der Arten 73
XV. Das Vergehen der Arten 77
XVI. Versuch einer Zusammenfassung der Ergebnisse 78

Vorwort.

Es bedarf einer Erklärung, weshalb an dieser Stelle eine eingehende und konsequent durchgeführte Darstellung der Zeugungslehre, wie sie meiner Auffassung nach dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens entspricht, vorgelegt wird. Ich habe die Meinung gewonnen, daß das Studium der niederen Organismen des Meeres, namentlich der von dessen Protistenwelt, unser Verständnis des Geschehens und des Bestimmenden bei den verschiedenen Zeugungsprozessen besonders gut fördert und jedenfalls zurzeit etwas zurücksteht gegen die Studien an den höheren Organismen. Bei diesen tritt die Komplikation des Aufbaus, durch die hindurch die Vererbung verfolgt werden muß, erschwerend in den Vordergrund. Allerdings zeigen die niederen Formen, soweit bekannt, eine bedeutend größere Mannigfaltigkeit der Zeugungsvorgänge, als die höheren Organismen, z. B. die Säuger. Es handelt sich zuletzt doch immer nur um die Struktur und die Fähigkeiten der Zellen. Diese werden bei den niederen Arten einfacher und daher schließlich leichter verständlich sein müssen, als bei den höheren Organismen. Die Schwierigkeiten der Untersuchung sind bei den ersteren besonderer Art, aber sie werden überwindlich sein, andererseits bietet die Untersuchung der in Masse fangbaren und meist isoliert liegenden Zellen der Protisten besondere Vorteile.

Die Konsequenz in der Durchführung dieser Arbeit besteht darin, daß von Gesetzen und von einem Gesetzgeber abgesehen wird, also auch die Zweckmäßigkeit als Motiv des Geschehens nicht Verwendung findet. Es handelt sich dagegen darum, die Notwendigkeit oder wenigstens eine mit dem Leben vereinbarliche Möglichkeit des Geschehens von den gegebenen Grundlagen aus zu verfolgen. Als Grundlagen dienen lediglich die bekannt gewordenen Tatsachen und daneben allerdings noch die Schlackenhypothese, die in ihren Einzelheiten noch nicht beweisbar ist.

Die weit über eintausend gehenden bezüglichen Arbeiten können von den Forschern nicht mehr alle gelesen werden. Man muß sich daher leider zum Teil an dem, was die zusammenfassenden Arbeiten mitteilen, genügen lassen. Unter diesen habe ich die unter Nr. 1 bis 7 zitierten benutzt. Dabei wird mir Wichtiges entgangen sein: das läßt sich nicht ändern. Die mir bekannt gewordenen Beschreibungen von Tatsachen habe ich durchweg als sicher angenommen und habe darunter diejenigen, die meiner Auffassung Schwierigkeiten zu bereiten schienen, immer hervorgehoben. Andere Autoren mögen in noch anderen Fällen Widersprüche gegen meine Auffassung finden, aber diese Fälle erwähne ich nicht, weil ich darin, soweit mir solche Fälle bekannt geworden sind, keine Schwierigkeiten gefunden habe. Meine Meinung war ich bemüht im Interesse des Lesers bestimmt auszudrücken, unter Verzicht auf

oft sehr berechtigte Verklausulierungen. Der selbständig denkende Forscher, für den ich schreibe, will meine Meinung wissen und sich dann selbst sein Urteil bilden. Die Bearbeitung fast jedes Abschnittes brachte mir neue Einsicht, beinahe möchte ich sagen, neue Entdeckungen. Darin liegt die Berechtigung dieser Drucklegung. Es handelt sich also um eine Untersuchung, die zum Teil auf Verhältnisse hinweist, welche direkt nicht mehr sichtbar sind. Erst nachdem der Verstand die nächsten Zielpunkte aufgestellt hat, kann es gelingen, für sie die zwingenden Beweise aufzufinden. Diese Zielpunkte sind es, die aufzustellen und zu rechtfertigen hier versucht wird.

I. Einleitung.

Planktonstudien haben mich zu besonderen, meine bisherigen (8. 9. 10) erweiternden Ansichten über die Auffassung der Zeugung und Vererbung geführt. In den möglichst einfachen Verhältnissen, wie sie gerade das Meer darbietet, in seinem Salzgehalt, seiner nur langsam veränderlichen Temperatur, der nie mangelnden Feuchtigkeit müßte sich eigentlich das Leben sehr einfach gestalten. Es treten jedoch von den Küsten aus Zuflüsse ein, die Vermehrungen der Lebensbedingungen beschafft haben. Trotzdem ist eine Übersicht hier leichter zu gewinnen als auf dem Lande, mit dessen Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel, dessen rasch wechselnder Pflanzenbewachsung, dessen schützenden Verstecken und überhaupt stark differierenden Lebensbedingungen. Im Meer tritt das Leben, das Wuchern, das Sterben der Formen, die Ähnlichkeiten und die Verschiedenheiten gleichzeitig und gleichörtlich vorkommender Arten, ihre Mengenunterschiede innerhalb der Genera, die Abhängigkeit von scheinbar sehr geringen Unterschieden der Lebensbedingungen und so manches andere deutlicher hervor. Die Beziehungen zu dem sehr reichen Material, das bezüglich der Zeugung und Vererbung der höheren Organismen vorliegt, zu suchen oder wenigstens solches Suchen anzuregen, hat sich mir nahegelegt.

II. Der Tod aus Altersschwäche.

Der Tod steht mit der Zeugung in Korrelation. Ohne ihn würde die Zeugung namentlich in der Urzeit, die wir uns frei von Räubern und Parasiten denken, im Meer unmöglich geworden sein, weil die entstehende Überfülle eine so große Zehrung infolge des für das Leben unerläßlichen Stoffumsatzes hätte erzeugen müssen, daß das für eine Vermehrung notwendige Wachstum hätte aufhören müssen. Solche Überfülle liegt nach meinen Erfahrungen für die Hochsee nicht allzufern. Es ist richtiger, speziell den Alterstod als Korrelat für die Zeugung zu betrachten.

Zu unterscheiden ist der Tod der Person von dem Tod der persönlichen Form und von dem Tod der Protisten. Bei ungeschlechtlicher und parthenogenetischer Fortpflanzung kann die Person häufig vergehen oder sterben, ohne daß die persönliche Form den Tod erlitte. Die Form der Mutter erhält sich in solchen Fällen im wesentlichen unverändert in den Nachkommen, sie geht erst durch eine Fremdbefruchtung, oder wie zweckmäßig gesagt wird, durch Allogamie, verloren, weil dabei erst eine neue Form gebildet wird. Der Tod der Protisten muß besonders betrachtet werden, weil bei diesen der Tod der Person meistens nicht erkannt werden kann. Fast ebensowenig, wie in einem höheren Organismus die einzelne Zelle die Person ausmacht, ist dies bei den Protisten der Fall, obgleich bei diesen jede einzelne Zelle ihr besonderes Leben führt. Als Person ist nur die ganze Zellenmasse, die aus

einem Keim stammt, anzusehen, wenn wir die Organismenwelt einheitlich auffassen wollen. In der Regel wird die ganze Zellenmasse einer Protistenperson etwa gleich alt sein, denn das ist wohl notwendig. Namentlich wenn die Protistenzellen isoliert leben, ist der Tod einer Zelle für die Person ohne Folgen, während bei den höheren Organismen zwar der Tod zuerst in einer Somazellenart einzutreten pflegt, dies aber doch den Tod des ganzen Organismus zur Folge hat. Es tritt indessen doch auch bei den Protisten der Alterstod der Person ein, aber meistens, und wenn nicht gerade unzerbrochene Ketten vorliegen, läßt er sich nur daran erkennen, daß die Art in ihrer bisherigen Form verschwindet. Dann tritt nach einer gewissen Zeit die Art wieder in der früheren Form auf. Die Frage ist, ob die Art lediglich durch Metamorphose der Form verschwunden ist oder ob durch Allogamie neue Personen der Art entstanden sind. Für viele Fälle ist festgestellt worden, daß Allogamie oder zuweilen (bei Spirogyren) vereinzelt Selbstbefruchtung, sog. Autogamie, eintritt, aber noch häufiger ist eine Allogamie nicht gefunden worden. Es mögen Cysten ohne Neubildung der Person lediglich zum Schutz gegen Trockenheit und Frost gebildet werden. Diese haben dann mit dem Alterstod nichts zu tun und sind hier nicht zu betrachten. Zu dem Tod an Altersschwäche werden hier auch die Fälle gerechnet, in denen Schädigungen durch das Alter indirekt den Tod herbeigeführt haben. Der Tod der Art wird erst am Schluß dieser Abhandlung besprochen werden.

A. Der Tod der Person.

Heute hilft der Fraß durch Räuber sowie der Untergang durch parasitische und andere Krankheiten, Witterungsunbilden usw. dem Alterstod in erheblichster Weise. Nur eine geringe Quote wird des Fraßes wegen gewaltsam getötet. Die großen vorweltlichen Tiere erlitten wohl kaum einen gewaltsamen Tod durch Räuber. Die großen Bäume, die Farne, die einjährigen Pflanzen unterliegen selten dem Fraß, die Gräser werden durch Abfressen nicht getötet. Der seichtere Hochseegrund ist bedeckt mit Schalen und Skeletten zarter Art, deren Erhaltungszustand nachweist, daß sie den Darm der Tiere nicht passiert haben. Wie eigentlich in der Vogelwelt für die große Zahl von Nachkommen Platz geschaffen wird, entzieht sich in auffallender Weise der Beobachtung; indessen, daß sie zum größeren Teil dem Raubzeug anheimfallen sollten, ist nicht glaublich. Von Fischen stirbt die sehr weit überwiegende Zahl eines Geleges ganz jung. Hauptsächlich vernichtend werden Hunger, Witterungsunbilden und Krankheiten sein. Hunger wirkt stärker auf jugendliche Organismen. Die anderen Einflüsse treffen mehr das Alter, teils weil es öfter gleichen Gefahren ausgesetzt ist, namentlich aber weil das Alter die Resistenzkraft schwächt, während ihm der verminderte Stoffwechsel und Anhäufung von Reservestoffen den Hunger weniger gefährlich machen.

Bei dem Menschen sind wir wohl am genauesten über die Altersschäden unterrichtet. Bei diesem zeigt sich, daß es nicht etwa einzelne Zellenkomplexe, sondern fast alle Zellen sind, die an Altersschwäche leiden. Es liegt vor mir ein großes Lehrbuch der Greisenkrankheiten von J. Schwalbe (11), in dem sich fast für jeden Körperteil eine Greisenkrankheit verzeichnet findet. Die Organe zeigen sich funktionell geschwächt und weniger widerstandsfähig, und der Körper ist nicht mehr stärkeren Anforderungen gewachsen. Die Muskeln sind schwächer und

im Schwund begriffen, es tritt leicht Kurzatmigkeit ein, das Herz funktioniert nicht mehr gut. Die Verdauung ist unvollkommener, der Körper wird magerer. Die Haut verliert an Elastizität und wird dünner. Die Haare werden dünn und grau, die Knochen werden brüchiger. Namentlich die Ovarien altern früh, doch auch die Hodensekretion erlahmt. Daß die Sinnesorgane stumpfer werden und die Hirntätigkeit, namentlich das Gedächtnis, leidet, wird sehr häufig beobachtet. In den Zwischensubstanzen treten senile Veränderungen, Verkalkungen usw. ein, doch dürften schließlich alle Veränderungen auf Unvollkommenheiten und Behinderungen der Zellenfunktionen zurückzuführen sein. Nur ein Organ, die Prostata mit ihrem Uterus masculinus pflegt aus unbekannten Gründen zu wachsen, doch mögen hier Reizungen irgend welcher Art eine Rolle spielen, wie es überhaupt nicht ausgeschlossen ist, daß Reizungen besonderer Art zu Wucherungen, z. B. Verdickung der Blasenwand, führen.

Die Altersschäden bahnen meistens früher, als sie den Tod physiologisch notwendig machen, die Angriffspunkte für den Tod. Die wild lebenden Tiere werden unterliegen, ehe sich bei ihnen die Altersschwäche stark entwickelt hat und das Gleiche gilt für die höheren, wild wachsenden Pflanzen. Von zahmen Papageien wird ein hohes Alter erreicht, während zahme Singvögel kaum 15 Jahre zu erreichen vermögen. Für eine im Londoner zoologischen Garten übernommene Schildkröte wird das hohe Alter von 300 Jahren angegeben und auch Karpfen sollen sehr alt werden können. Auf Grund von Altersbestimmungen durch die Schichtungen der Otolithen und Schuppen findet sich bei Heringen und Schollen als selten erreichtes Alter die Zahl von 20, bei Schollen der Barentsee von 50 Jahren (12, S. 57), doch handelt es sich in letzterem Fall um in sehr kaltem Wasser lebende Tiere. Diese Beispiele zeigen, daß der Tod durch Altersschwäche der Personen sehr verschiedene Begrenzung hat, deren Ursache zu suchen ist. Bei den Insekten dauert das Leben der Person in vielen Fällen ein Jahr. So ist es bei Schmetterlingen, die nach Abgabe der Geschlechtsprodukte zu sterben pflegen. Wenn die Weibchen mit fertig bereiteter Nahrung gefüttert werden, kann sich der Tod lange hinausziehen, so wissen wir, daß die Bienenkönigin 11 Jahre lang leben kann.

Für einjährige und zweijährige Pflanzen ist die Lebensdauer der Person klar. Für perennierende Gewächse, namentlich für Bäume, ist die Frage, ob ein Alterstod eintreten müsse, noch offen. Indessen ist genügend sicher gestellt, daß das Gedeihen unserer Wald- und Obstbäume nach Erreichung eines gewissen Alters sich entschieden vermindert, so daß sich dann ihre Erhaltung nicht mehr genügend lohnt. Das Hervortreten einer Altersschwäche genügt für die vorliegende Untersuchung, denn es ist daraus zu schließen, daß schließlich doch bei Fernhaltung aller Schädlichkeiten und sonstiger Eingriffe der Alterstod erfolgen müßte. Ein Rückgang solcher Altersschwäche ohne künstliche Eingriffe ist nie beobachtet worden. Übrigens ist die Lebenskraft der Jugend in der gleichen Richtung beweisend, z. B. daß die jungen Buchen im Winter belaubt bleiben, während die alten kahl stehen.

Ich verfolge die Meinung, daß dies alles auf Verschiedenheiten der Altersschlacken beruhen wird. Es mag eine andere Ursache geben, die die Hemmung des Stoffwechsels in der Zelle und deren Beseitigung durch die Zeugung so ausreichend oder besser erklärt, als dies die Schlackenhypothese tut, aber solche Ursache war bisher nicht zu finden.

BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

B. Der Tod der persönlichen Form.

Was bisher gesagt worden ist, betrifft nicht den Tod der persönlichen Form oder gar den eines Stammbaums und noch weniger den Tod der Art. Beides stände zwar einander sehr nahe, wenn, was sehr zweifelhaft ist, die Art auf ein einziges Elternpaar zurückzuführen wäre. Falls ein Paar verlangt werden müßte, würde man auf die biblische Schöpfungsgeschichte zurückkommen, also auf eine Philosophie, der wir nicht folgen können. Der Tod der persönlichen Form kann sich bei den wirbellosen Metazoen sehr lange Zeit verzögern. Hierher sind die Fälle zu rechnen, in denen sich durch Teilung, Sprossung und Parthenogenese die Form fortsetzt, ohne daß durch Fremdbefruchtung eine neue Person entsteht. Es handelt sich darum, daß sich eine, bei Selbstbefruchtung auch mehrere mütterliche Zellen wieder zu einer Person aufbauen. Es ist dabei die alte Form und die alte chemische Substanz der Zelle, die sich behufs des entsprechenden Aufbaues vervielfältigt. Die chemischen Substanzen, also auch die Substanz der Kern- und Protoplasmaformungen gehen durch Teilungen und Stoffwechsel schließlich verloren, aber da sie fortwährend erneut werden, kann und wird sich die alte Form, die Form der Mutter, fortdauernd erhalten. Nach dem Endresultat müssen wir schließen, daß sich wenigstens die Form des Aufbaues von Kern und Protoplasma erhält, weil sie bei weiterer Vermehrung immer wieder dieselbe ist. Die bei unveränderten Außenbedingungen stete und strenge Wiederholung der alten Gestalt, trotz alles intermediären Gestaltwechsels, ist nicht denkbar, wenn Freiheit für den Ausbau der Tochter vorhanden wäre. Bei dem Generationswechsel dauert die persönliche Form allerdings nicht lange und durchläuft nur gewisse Entwicklungsstufen, weil bald die Allogamie dazwischen tritt. In dem Fall, daß bei der Parthenogenese Weibchenzeugung besteht, kann es sehr lange, nach Ansicht einiger Autoren sogar unbegrenzt lange Zeit dauern, bis die persönliche Form untergeht, da z. B. für einige Insekten und Daphniden die Männchen überhaupt noch nicht gefunden sind. Früher habe ich (8) gemeint und bin noch geneigt zu glauben, daß eine unbeschränkte Erhaltung der persönlichen Form nicht stattfinden könne; aus später anzugebendem Grunde (S.) bin ich genötigt, die Möglichkeit ihres ewigen Fortbestandes zuzugeben. Mehrfach ist bei parthenogenetischer Fortpflanzung der Daphniden und Rädertiere (4. S. 71) eine Reduktion der Anhänge beobachtet worden. Weil sich ohne Eintritt einer geschlechtlichen Zeugung die alte Form kaum würde genau wieder herstellen können, ist auf ewigen Fortbestand der persönlichen Form in solchen Fällen um so weniger zu rechnen, als sich zeigt, daß die Form sich durch ungeschlechtliche Zeugung nicht genau erhält, sondern, vielleicht unter dem Altwerden, leidet.

Die Pädogenese ist als Abart der Parthenogenese zu betrachten. Künstlich kann der Tod der persönlichen Form sehr lange Zeit hintangehalten werden. Ein Beispiel davon ist die Vermehrung der Kartoffeln durch Knollen, die wohl noch endlos fortdauern kann. Den Zellen wird hier, ähnlich wie der Eizelle, von anderen Zellen die Körpermasse zugeführt, namentlich aber wird den Zellen der Knolle eine ganz andere Arbeit unter raschen Teilungen auferlegt, als die ist, die ihnen in dem natürlichen Verhalten zukommt. Auch die Fortpflanzung durch Ableger oder Stecklinge scheint, wie bei gewissen Weiden (Salixarten) endlos vor sich gehen zu können. Als Zweige des Baumes würden die Stecklinge unter der Konkurrenz leiden und bald

altern, bei der künstlich geschaffenen neuen Aufgabe sind ihre jungen Zellen zu energischen Teilungen gezwungen und erhalten nicht mehr die durch die Kambiumzellen der Mutter abfiltrierten Säfte. Aus diesen oder aus noch nicht ersichtlichen anderen Gründen mag eine Verjüngung, eine vermehrte Lösung der Schlacken bewirkt werden. Jedenfalls werden die Umsetzungen, die das Altern hervorrufen, immer aufs neue zurückgehalten. Vergl. Kapitel X, 3.

C. Tod der Protisten.

Für die Protisten ist (vergl. S. 5) die Sachlage so, daß die Zahl und Masse der Zellen, die durch Teilung und Sprossung aus einem Keim hervorgehen, als Person der Art zu betrachten ist. Die Protophyten zeigen uns die Urform des Lebenslaufs in einfachster Form, was eine eingehendere Einsichtnahme berechtigt. Ihre Zellen differenzieren sich wenig oder gar nicht und bilden nicht Gewebe. Es tritt bei ihnen vielfach ein Greisenalter ein, in oder vor dem dann die Zeugungsperiode zu liegen pflegt. Protisten, die auf organische Substanzen als Nahrung angewiesen sind, leben bereits unter Bedingungen, die ursprünglich doch wohl gefehlt haben müssen. Die Protozoen sind jedenfalls ursprünglich auf pflanzliche Nahrung angewiesen gewesen, daher gibt auch ihr Vorkommen ein Bild für das Vorkommen gewisser Protophyten, die sich bisher zum Teil einer genaueren Untersuchung entzogen haben. In vielen, wahrscheinlich in allen Fällen findet sich eine Periode der Wucherung, nach der dann die persönliche Form entweder ganz verschwindet oder nur noch in vereinzelten Personen erhalten bleibt. In den gemäßigten und kalten Meeresteilen ist die Periodizität durch den Klimawechsel auf die ganze Art ausgedehnt und deshalb recht hervortretend, während in den tropischen und subtropischen Gebieten nichts hindert, daß die einzelnen Personen, die als solche bisher nicht verfolgt werden konnten, jede für sich zu verschiedenen Zeiten wuchern und altern, so daß Befunde von Wucherungsperioden seltener sind.

Es ist bekannt, daß zu gewissen Zeiten die Gewässer „blühen", also an ihrer Oberfläche mit einer Schicht von grünen oder gelben Pflanzen überzogen sind. Die Erscheinung dauert wenige Tage, schon deshalb, weil sie nur bei Windstille deutlich hervortritt. Sie beruht darauf, daß bestimmte Protophyten in Wucherung eintreten. Aus eigener Anschauung kenne ich den Vorgang für eine Anabaena in der Schlei, von Aphanizomenon in den preußischen Haffs, beides im Sommer, von Chaetoceras im Frühjahr im Kieler Hafen. Von Trichodesmium erythraeum fanden ich und später Lohmann große Ansammlungen im Guineastrom. Diese Form wird in späteren Zuständen oder bei dem Absterben rot und hat dem Roten Meer, wo sie sehr reichlich vorkommt (Wille, 13 gibt eingehende Nachweise), dem Meer seinen Namen gegeben. Im Ozean herrscht stets eine solche Dünung, daß auch bei Windstille ein eigentliches Blühen nicht eintreten kann. Zu erwähnen ist noch, daß im Frühjahr im „kleinen Kiel" bei Kiel durch eine Euglenenwucherung in dem brakischen Wasser jeder Tropfen durch hunderte von Euglenen stark grün gefärbt wird. Diese Beispiele mögen genügen, doch kennt die Botanik noch manche Fälle dieser Art von reichlicher vorkommenden Protophyten. Seltenere Arten geben keine so auffallenden Erscheinungen, weil sie keine so große Dichte erreichen; dies schließt aber nicht aus, daß auch sie Wucherungsperioden durchlaufen.

Nach der Wucherung treiben die Bündel von Aphanizomenon im Stettiner Haff massenhaft an den Strand und verpesten faulend die Luft; Ähnliches wird für Trichodesmium des Roten Meers berichtet. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß nicht die entleerten Zellen, sondern deren Protoplasma die faulende Substanz ist. Die Frage legt sich nahe, ob normal jede Zelle überwintert resp. Dauersporen entwickelt und in den genannten Fällen nur irgendwie daran verhindert worden ist, oder ob nur einigen und dann welchen diese Fähigkeit zukomme. Wenn alle Zellen der Person sich teilen und alle so gut wie unter gleichen Umständen leben, kann es in der Zellenmasse kaum besonders bevorzugte Zellen geben. Bei der Schizophyzete Nodularia kommen allerdings besonders große Zellen in der Reihe vor, ebenso bilden sich bei manchen Diatomeen die großen, sogenannten Auxosporen, aber deren Geschick ist noch recht unbekannt. Bei den Chaetoceras finden sich zunächst nur einige Zellen mit Sporen erfüllt (vergl. Fig. 14a), aber Lohmann (14, S. 250) fand am 2. Mai neben je 500000 vegetativen noch 472000 Chaetoceraszellen mit Sporen, wobei es noch fraglich bleibt, ob vielleicht bei dem Niedersinken oder am Boden auch noch die vegetierenden Zellen Sporen oder Schwärmlinge bildeten. Wäre dies der Fall, so müßte ein sehr großer Verlust während des Ruhestadiums stattfinden, denn daß alle Sporen überlebten und aufsteigend wieder wuchern würden, widerspricht den Befunden und kann nicht sein. Es ist schwierig, den Lebensgang der Protophyten völlig zu verfolgen, hier bestehen noch Lücken in unserem Wissen.

Über das Verhalten bei Wucherungen mögen hier noch einige, aus quantitativen Untersuchungen gewonnene Erfahrungen vorgeführt werden. Bei den Ostsee- oder den Ozeanfahrten, die nur periodisch stattfinden können, wird man zwar meistens nicht auf die Höhepunkte der Maxima und Minima stoßen, aber die Funde zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten gestatten es doch, eine Vorstellung über den Betrag der Wucherung zu gewinnen. Die Personenzahl des Minimums kann kleiner sein als die Personenzahl, die die Wucherung bewirkt hat, weil nicht alle Keime gleichzeitig in die Wucherung eintreten, aber ein Bild für das ausgedehnte Vorkommen von Wucherungen wird dennoch durch diese Zählungen gewonnen. In einigen Befunden werden sich schon manche der Zellen des Minimums geteilt haben. Diese Art Zählungen gestattet überhaupt nicht eine Einsicht davon zu gewinnen, wie stark sich der einzelne Keim zu vermehren vermag.

Hier sollten eigentlich nur die Wucherungen sicher erkannter Arten vorgeführt werden, aber da nach meinen Beobachtungen fast immer nur eine Art vorwiegend ist und sie daher allein für die großen Zahlen in Betracht kommt, habe ich in das folgende Verzeichnis auch die Tintinnensippe Dictyocysta mit aufgenommen, obgleich es mehrere Dictyocystaarten gibt.

Auf der Planktonfahrt trafen wir in den kalten nordischen Gewässern an den in der Rubrik „Fangnummern“ angegebenen Orten die Maxima. Die genaue Lage dieser Orte ist in der Karte, die in (10) beigegeben ist, zu finden, hier hat die genaue Ortsangabe kein Interesse. Die Orte der Minima, die auch in (10) zu finden sind, habe ich nicht verzeichnet, meistens fanden sie sich auf der Neu-Fundlandbank, wo die Wucherungsperiode erst in einer späteren Zeit als Anfang August, wo wir dort fischten, einsetzt.

Wir hatten also folgende Befunde:

Großes Planktonnetz.

Fangnummer	Irmingersee					
	7	7	12	12	12	12
Art	Ceratium tripos balticum	Dictyocysten	Cytharocylis denticulata	Ptychocylis urnula	Challengeria tridens	Ceratium tripos longipes
Maximum	400 000	914 000	281 000	645 000	7580	188 000
Minimum	104	5	405	200	7	67
Maximum / Minimum	4000	180 000	700	3000	1000	2800

Fangnummer	Irmingersee					Grönlandstrom	
	12	12	13	13	13	18	18
Art	Ceratium fusus	Rhizosolenia styliformis	Ceratium furca	Chaetoceras Schnettü	Nitschia seriata	Rhizosolenia alata	Rhizosolenia semispina
Maximum .	821 000	754 000	471 000	242 970 000	188 810 000	431 000	10 255 000
Minimum . .	170	420	15	210	320	31	104
Maximum . . / Minimum . .	4800	1800	30 000	1 000 000	600 000	14 000	100 000

Für das Wasser des Atlantischen Ozeans in den Tropen sind noch folgende Wucherungen zu registrieren:

Fangnummer	Kältezunge					Süd-Äquatorial-Strom	
	80	80	80	80	83	85	87
Art	Pyrophacus horologicus	Rhizosolenia calyptera	Gossleriella tropica	Nitschia seriata	Rhizosolenia alata	Dictyocysta	Ptychocylis amor.
Maximum .	44 000	717 000	666 000	107 000 000	41 370	7900	9100
Minimum . .	33	16	62	43	10	2	7
Maximum . . / Minimum . .	1300	45 000	10 000	250 000	4100	4000	1300

Nur da, wo sich dem warmen Wasser ein erheblicher Zustrom von kaltem, aus dem Süden kommenden Wasser zugemischt hat, ist eine, zwar deutliche, aber nicht erhebliche Wucherung eingetreten. Da eine Periode erheblicher Abkühlung fehlt, werden die Wucherungsperioden sich auf längere Zeit ausdehnen, daher werden die Dichten eine geringere Höhe erreichen als im Norden.

Aus Nord- und Ostsee könnten noch manche entsprechenden Befunde aufgezählt werden. Es ist wahrscheinlich, daß alle Protophyten und infolgedessen auch die von ihnen lebenden Protozoen und selbst manche Metazoen Wucherungsperioden haben. Weil die Wucherungen der Tiere auf Wucherungen der pflanzlichen Organismen hinweisen, sind auch, wie schon erwähnt, einige Protozoen in obige Verzeichnisse mit aufgenommen. Über die in jedem Monat für einige Arten vorkommenden Wucherungen in süßen Gewässern gibt eine Arbeit von Lemanowska (15) eingehendere Nachweise.

Hier soll nur noch auf die Wucherung der perennierenden Art Ceratium tripos balticum eingegangen werden. Meine (16) mit dem großen Planktonnetz in der freien Beltsee gemachten Fänge ergeben als Mittel aus meistens in einer größeren Anzahl von Tagesfängen gewonnenen Befunden die folgenden Zahlen:

Ceratium tripos balticum 1884/85.

Fangtag	19. VIII.	11. IX.	30. IX.	16. X.	15. XI.	10. XII.	8. II.	15. III.	28. V.	2. VIII.
Mittelzahl	3 783 000	11 303 000	20 765 000	**27 898 000**	326 000	359 000	585 000	174 000	**26 300**	341 000

Das Maximum ist hier zwar nur 1000 mal größer als das Minimum, aber beide Größen werden nicht voll getroffen worden sein.

Lohmann (14) hat in dem Kieler Hafen auf meine Veranlassung wöchentliche Bestimmungen gemacht. Da in diesem wegen des Zuflusses süßen Wassers erheblichere Veränderungen des Bestandes auftreten, schwanken die Zahlen stärker als bei den obigen Befunden. Ich gebe hier nur die Monatsmittel, die so gewonnen sind, daß nicht nur die Mittel der Monate, sondern auch das Mittel der letzten drei Wochen und der ersten des folgenden Monats, ferner der letzten zwei Wochen mit den ersten zwei des folgenden Monats, endlich der letzten Woche mit den drei ersten des folgenden Monats genommen sind. Die so gewonnenen Mittel wurden dann addiert und durch 4 oder, wo erforderlich, durch 5 dividiert. Die folgenden Zahlen geben also den mittleren Bestand gegen Ende des überschriebenen Monats an. Es kommt nur auf das relative Verhältnis an, da Lohmanns Netz viel kleiner als das meine war, und die Zahlen für 1 Liter Wasser berechnet sind. Übrigens fand sich der kleinste Befund am 15. Mai mit 43 Ceratien, der größte Anfang November mit 590 000 Stück, die Wucherung war also 16 000 fach. Der Zufall spielt bei Einzelfängen eine zu große Rolle, um hier mit diesen Zahlen zu rechnen; die wirkliche Wucherung kann kleiner oder größer gewesen sein.

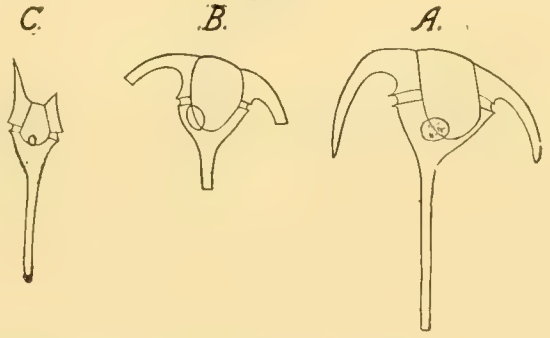
Ceratium tripos balticum 1905/06.

Monat	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
Mittlere Anzahl	59 900	219 900	228 000	155 750	165 700	56 700	37 100
Vermehrungsfuß pro Tag	+ 1,044	+ 1,00012	÷ 1,0128	+ 1,0016	÷ 1,0359	÷ 1,043	

Monat	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mittlere Anzahl . .	4820	829	353	325	5064	84210	240000
Vermehrungsfuß pro Tag	÷ 1,070	÷ 1,06	÷ 1,029	÷ 1,0028	+ 1,0954	+ 1,098	+ 1,0355

Es beginnt also nach einem Minimum Ende Mai eine starke Wucherung, die sich allmählich verringert und im Jahre 1905 Ende September ihr Maximum erreichte, worauf dann, mit einer wohl nur scheinbaren Unterbrechung, allmählich und zunehmend eine Abnahme der Volkszahl eintrat. Wegen des starken Wasserwechsels in der Beltsee und im Kieler Hafen kann der Gang nicht so regelmäßig hervortreten, wie er in Wirklichkeit sein dürfte. Apstein 18) fand 1909 das Maximum erst am 27. November; überhaupt zeigen sich die maximalen Dichten in den verschiedenen Jahren verschieden. Er hat die Vermehrung durch Teilung und Sprossung, die immer in der Nacht erfolgt, eingehend untersucht. Vom Februar bis zum Mai fehlen Teilungen fast vollständig, demnach entsteht die oben nach Lohmann gegebene bezügliche Zahlenreihe lediglich durch das Absterben der Zellen. Dagegen werden die Teilungen vielleicht schon im Juni, sicher aber im Juli, August und September bis in den Oktober hinein sehr zahlreich. Es sind dann in einer Nacht 30, ja selbst bis 50 % der Ceratien in Teilungsstadien gefunden worden. Daneben kommen nach Apstein zuweilen in einer Nacht Sprossungen noch häufiger vor. Dabei entstehen allerdings nur zum Teil die gewöhnlichen Formen. Es entstehen während des Maximums bei den Teilungen kleine, sehr abweichend gebaute Gestalten, die als Forma truncata und lineata bezeichnet worden sind.

Figur 1.



A. Die gewöhnliche Form. B. Forma truncata. C. Forma lineata.

Die Truncata zeichnet sich durch scheinbar offene Hörner aus, die Lineata hat kurze mehr gerade verlaufende Hörner und einen sehr kleinen Kern. Außerdem unterscheidet Lohmann noch eine Forma lata, die eine abweichende Struktur des Panzers zeigt. Diese Formen verschwinden bald völlig, und dürften mit Zeugungsvorgängen in Zusammenhang stehen. Lohmann hat auf meine Veranlassung Fänge zur Zeit des Maximums in Behältern durch fortdauernde Bewegung des Wassers lebendig erhalten, es bildeten sich dabei viele Cysten, die zu

Ceratium gehören werden. Der Lebenslauf dieser perennierenden Art gestaltet sich m. E. so, daß im Sommer, wenn sich das Wasser am Boden der Beltsee zu erwärmen beginnt, aus den Cysten sich junge Ceratien entwickeln, aufsteigen, sich lebhaft vermehren und nach einigen Monaten zum großen Teil geschlechtlich oder ungeschlechtlich Cysten bilden, die überwintern, wie solcher Gang von Süßwasser-Ceratien schon früher bekannt war. Von den am spätesten aufgestiegenen Ceratien erhalten sich einige, wenn das Wasser schon erheblich kühler geworden ist, an der Oberfläche unter Einstellung der Teilungen noch am Leben, doch nimmt dabei ihre Zahl so sehr ab, daß im Mai zuweilen vergeblich nach ihnen gesucht wird. Wenn diese Reste noch wieder in Teilung eintreten sollten, würden sie freilich nach 10 bis 11 Teilungen, abgesehen von dem Zehrungsverlust, auf das Tausendfache vermehrt sein können, aber nach dem ganzen Verhalten scheint mir dieser Fall ausgeschlossen zu sein.

Demnach würde kein großer Unterschied in dem Verhalten der perennierenden und der nur periodisch auftretenden Phytoplanktonten bestehen. Die vegetativen Zellen des Ceratium wuchern anfangs stark, später wohl langsamer, dann vergehen sie, indem aus ihnen in einer noch wenig erforschten Weise Ruhezustände entstehen. Rubner (19) hat nachgewiesen, daß selbst bei Hefezellen Schwächezustände entstehen können, die als Altersschwäche gedeutet werden müssen oder können.

Auch bei den Protisten kann der persönliche Tod künstlich durch Pflege und gute Ernährung hintangehalten werden. Dies lehren Versuche von Ternetz (82) mit einer vier Jahre lang gezüchteten Euglenenform und von Woodruff (61), der 2100 Generationen von Paramezium ohne Allogamie erzog, trotzdem allogame Zeugung bekannt ist. Schon früher kam die Schule von R. Hertwig zu ähnlichen Erfahrungen.

III. Was erzwingt den Tod der Personen und der persönlichen Form?

Bei den Protisten stirbt die Person in der Regel ab, indem sie nach Aufhören der Teilungen und Sprossungen durch geschlechtliche Zeugung eine neue Person bildet. Ein Überleben der Person kann, wie es scheint, stattfinden, wenn, wie bei Ceratium, von einigen Resten die Wucherungsperiode überdauert wird. Von diesen Resten entwickeln aber dennoch wenigstens einzelne noch Sporen. Da aber, wie S. 13 gesagt, diese Reste sich kaum noch teilen, hat diese Art des Überlebens keine Bedeutung. Bei höheren Organismen findet in der Parthenogenese ein Sterben der Person ohne ein Absterben der persönlichen Form statt. Bei Fremdbefruchtung vergeht die persönliche Form. In vielen Fällen stirbt die Person bei der geschlechtlichen Zeugung ab, so bei den Schmetterlingen und bei den einjährigen Pflanzen. Es gewinnt den Anschein, als wenn hier eine Erschöpfung durch die Bildung der Zeugungsprodukte einträte. Einige Fische, z. B. Petromyzon, sterben gleichfalls bei dem Absatz der Zeugungsprodukte; die bei weitem größere Zahl der Fische übersteht die Anforderungen. Das gleiche gilt für viele Insekten. Es wird also doch wohl der mangelhafte Stoffwechsel der bezüglichen Organismen zugleich mit Altersschädigung die Ursache dieses Todes sein. Sobald die Fähigkeit gewonnen ist mehrere Zeugungsperioden zu durchleben, entsteht eine größere Freiheit für das Altern der Form. Die

Gründe des Absterbens können mannigfaltige sein, so daß der eigentliche Alterstod nur selten eintreten mag, doch werden die Folgen des Alterns häufig hervortreten.

Der gewaltsame Tod durch Räuber, Parasiten und Wechsel der Jahreszeiten kommt hier nicht in Frage. Das Studium kann sich zunächst an den Untergang der Personen im Gefolge von Wucherungen halten. Es ist nur zu denken an den Tod 1. aus Nahrungsmangel, 2. an Vergiftung durch Anhäufung der Excretionen der Personen in den umgebenden Medien, 3. an Schäden in der Person. Andere Möglichkeiten sehe ich nicht, doch können die genannten Faktoren vereint wirken.

Außerhalb der Tropen tritt periodisch ein allgemeines Sterben von Schmetterlingen, Akalephen und anderen Metazoen zu einer Zeit ein, wo auch Nahrungsmangel für sie eintritt. Es handelt sich dabei nur um eine Anpassung an die klimatischen Verhältnisse; die Todesursache ist die Ansammlung und Abgabe der Geschlechtsprodukte und die Unfähigkeit, diesen Verlust zu überwinden, denn günstiger aufgebaute Tiere vermögen den periodischen Nahrungsmangel in Schlupfwinkeln durch den Winterschlaf zu überstehen.

Daß Veränderungen der Nahrungszufuhr für die Fruchtbildung Bedeutung hat, ist sicher. Stark wuchernde Obstbäume setzen keine oder nur wenig Frucht an. Nach sicheren Erfahrungen der Gärtner wird in solchen Fällen ein guter Obstansatz erzwungen, wenn ein Teil der Wurzeln abgestochen oder sonst der Nahrungszufluß vermindert wird. Es hat dies aber direkt mit dem Tode der Pflanzen nichts zu tun.

Für Protophyten liegen interessante Versuche von Benecke (20) an Spirogyren vor. Diese Algen wuchern im Frühjahr in Gräben und Tümpeln. Schließlich konjugieren sie, um Dauersporen zu bilden, während die vegetativen Zellen verschwinden. Benecke hat durch Zufuhr von Stickstoffverbindungen zu dem durch die Wucherung daran verarmten Wasser, von neuem eine Wucherung hervorgerufen aber schließlich traten doch wieder Konjugationen auf. Nach Fritsch (21) finden sich bei in schwach strömendem Wasser lebenden Spirogyren immer nur wenig Konjugationen. Es wird hier also die Verarmung an Stickstoffverbindungen vermieden, die Wucherung der Personen kann länger dauern und relativ zu den Konjugationen massenhafter werden. Verstehe ich das Verhalten in Beneckes Versuchen richtig, so müßte sich zeigen, daß soeben aus den Dauersporen entstandene vegetative Zellen noch in dem verarmten Wasser einige Zeit vor der Konjugation wuchern werden, weil die Zellen noch jung und unbelastet sind.

Das recht allgemeine Absterben der Protisten nach der Wucherung lediglich auf Nahrungsmangel zurückzuführen, ist nicht möglich. Die im Meereswasser im Minimum vorhandenen Nahrungsstoffe werden fortwährend beschafft. Sie werden nicht völlig verschwinden können, weil die Phytoplanktonten nur in Wasserschichten beschränkter Dicke zu wuchern pflegen. Es wird daher für höher- oder tieferlebende Personen der Art oder für Reste z. B. des Ceratium tripos zunächst noch genug vorhanden sein, um davon vegetieren zu können. Kurze Zeit nach Verschwinden der Wucherung wird von solchen Stoffen wieder soviel gelöst und verbreitet worden sein, daß die Reste von neuem gut wachsen und sich vermehren könnten. Das ist tatsächlich und unzweifelhaft nicht der Fall. Die Reste vermehren sich sehr

wenig oder gar nicht. Nahrungsmangel allein bedingt nicht hauptsächlich den massenhaften Untergang. Daß an Nahrungsmangel viel tierische Brut und Pflanzensamen abstirbt, ist sicher. Diese Unterdrückung des Jugendüberschusses hat für die vorliegende Frage kaum Bedeutung.

Anhäufung der Exkrete kann schädlich werden. Die schönen Versuche Sempers (22) mit Limnäus, dessen Brut bei guter Ernährung um so kleiner blieb, je enger die jungen Tiere zusammen leben mußten, haben dies sichergestellt. Wir wissen auch, daß die menschlichen Ausdünstungen und nicht etwa Beladung der Luft mit Kohlensäure den Aufenthalt in überfüllten Räumen schädlich machen. Nach den Untersuchungen von Raben (23) finden sich im Meerwasser gelöste organische Substanzen in recht verschiedener, aber immer geringer Konzentration vor. Daß Beladung mit Exkreten z. B. gelegentlich des Blühens des Wassers auf das Absterben der bezüglichen Pflanzen Einfluß haben könnte, ist vorläufig nicht zu leugnen. Im freien Meere aber, wo auch viel weniger dicht auftretende Phytoplanktonten Wucherungsperioden haben, kann unmöglich eine Anhäufung ihrer Exkrete so mächtig werden, daß dadurch ihr Absterben bestimmt werden könnte.

Es bleibt nur die Annahme, daß die Zellen je nach Intensität ihrer Arbeit und der Art der zu verarbeitenden Stoffe mit der Zeit, also mit dem Alter, immer untüchtiger bezüglich der Verarbeitung ihrer Nahrung und sonstiger Funktionen werden. Anderes ist mir zurzeit nicht ersichtlich. Da erwiesen ist, daß der menschliche Verstand in direkt absolut unwahrnehmbare Strukturverhältnisse, z. B. den Aufbau der Atome und Elemente, mit unzweifelhaftem Erfolg eindringen kann, so ist es gerechtfertigt, die genannte, einzig erkennbare Möglichkeit zu verfolgen. Selbst wenn dieser Ausgangspunkt verfehlt wäre, würde eine wohlbegründete Zurückweisung wahrscheinlich ein besseres Verständnis des Geschehens eröffnen, der Versuch also doch lohnend sein.

In der Regel sind die konjugierenden und Sporen bildenden Zellen reich an Material. Kurz vor der Zeugung teilen sich die Zellen langsamer oder gar nicht mehr, auch ist oft eine dahingehende Einrichtung vorhanden, daß ihnen von den benachbarten Zellen aus bereits verarbeitetes Material zufließt. Es kann übrigens die Herstellung der Zellbestandteile aus Rohstoffen und selbst die Herstellung von Reservestoffen, Dotterkörnern und Ähnlichem noch ungestört sein, während doch die Funktionen, von denen die Teilungen und die begleitenden Umwandlungen abhängen, unter Hemmungen oder mangelnder Anregung zu leiden haben. Das wird durch die Zellenzüchtungen von Haberlandt (88) ausreichend bewiesen. Die Meinung, zu der ich komme, ist also die, daß alle oder doch bestimmte Funktionen der Zellen, das heißt die Teile, von denen diese Funktionen ausgehen, durch das Altern geschwächt werden müssen.

Solche Schwächungen können durch Stoffverluste oder durch schädigende Belastung verursacht sein. Stoffverluste schädigen Maschinen, auch wohl die Schutzvorrichtungen der Organismen, z. B. die Zähne, die Krallen, die Panzer. Alle diese Bildungen sind aber nicht der lebendigen Substanz der Organismen zuzurechnen, die es doch ist, die den Tod erleidet. Für lebende, zur Erneuerung ihrer Substanz befähigte Zellen kann ein Stoffverlust durch Abnutzung

nicht in Frage kommen. Ein Zellentod durch Abnutzung kommt zwar vor, denn es gehen die Blutkörperchen der Säuger nach einer gewissen Lebensdauer zugrunde, aber ihnen fehlt der Kern und den Blutkörperchen der niederen Wirbeltiere fehlt wenigstens die Vermehrungsfähigkeit, also ein Teil des Zellcharakters.

Andernteils kann die Schwächung durch Belastung nur durch das, was ich als Schlacken bezeichnen möchte, geschehen. Lendl (24) findet bereits, daß die Zellen mit Ballast belastet sein müßten, aber er beschäftigt sich im Übrigen nicht mit den hier interessierenden Fragen.

An vielerlei Schlacken fehlt es bei den höheren Organismen nicht. Wenn diese dort trotz großer Vollkommenheit des Aufbaues und der Funktionen nicht vermieden werden können, so wird es bei den niederen Organismen, bei denen danach noch zu wenig gesucht werden konnte, daran nicht fehlen können. Übrigens sind doch schon manche Nebenprodukte des Stoffwechsels bei Gärungen und bei Bakterienzüchtungen nachgewiesen worden. Zunächst von der Frage der Belastung der Zellen absehend, sind als Schlacken des menschlichen Stoffwechsels etwa zu nennen: die meisten organischen Harnbestandteile, Cholesterin und Gallenfarbstoffe; ferner die Materie, die die Linsenfasern mit dem Alter härtet und daher die Accommodationsbreite schädigt, wie auch mit dem Alter die Feinhörigkeit abzunehmen pflegt. Die Organismen benutzen auch ihre Schlacken zu Gewebsbildungen. Glutin und Chondrin, Elastin, Keratin, Chitin sind Ausscheidungen oder Umwandlungsprodukte der Zellen, die, wenn sie nicht wie die Chitinpanzer abgeworfen werden können, sich mit dem Alter vermehren, die Gewebe hart und unelastisch machen und zu den Schwächen des Alters beitragen. Dazu gehören bei den Pflanzen die verholzenden und verkorkenden Materien. Alle diese Stoffe müssen in den bezüglichen Zellen, wenn auch nur in den Vorstufen und in ganz geringen Mengen vorhanden gewesen sein. Sie mögen zum Teil erst außerhalb der Zellen und durch Fermente ihre endgültige Beschaffenheit gewinnen, doch müssen sehr häufig die bezüglichen Fermente von den betreffenden Epidermis- und Mesodermzellen selbst gebildet werden. Es ist nicht meine Meinung, daß gerade die genannten Schlackenstoffe die Altersbelastung der Zellen bilden, daß aber mehr oder weniger lösliche Schlacken in großer Zahl in den Organismen und deren Zellen vorkommen werden, macht die obige kleine Aufzählung genügend wahrscheinlich. Übrigens steht auch fest, daß ihre oder ihrer Vorstufen Anhäufung in den Personen zu schweren Schädigungen führen (Urämie usw.). Es ist überhaupt bekannt, daß bei Umwandlungen organischer Substanzen meistens geringe Mengen von Nebenprodukten entstehen und daß es sehr mühsam ist, organische Körper so frei von Schlacken zu gewinnen, wie es z. B. die Elementaranalyse erfordert.

Hier ist gleich zu bemerken, daß eine Belastung des Protoplasmas stattfinden mag, aber für die vorliegende Arbeit ist hauptsächlich eine Belastung der geformten Kernsubstanz in Erwägung zu ziehen. Die Begründung dafür wird in dem Folgenden gegeben.

IV. Die Funktionen des Zellkerns im Allgemeinen.

Der Kern ist eine selbständig in dem Protoplasma liegende Bildung. Seine Selbständigkeit beweisen seine Wanderungen durch das Protoplasma, die z. B. im Vogelei und bei den Reife-

teilungen aller Eier beobachtet werden, wenngleich der Kern dabei nicht völlig nackt zu sein pflegt. Ich komme zu der Auffassung, daß zwischen Kern und Protoplasma ein Dualismus besteht; daß wechselweise der eine Teil also Reize abgibt und der andere Teil darauf reagiert, namentlich aber, daß der Kern im Stoffwechsel entstehende Zellenzyme sammelt und umgeformt auch wieder abgibt und auf diese Weise das ganze Leben der Zelle stark beeinflußt. Diese Ansicht ist sicher nicht neu, aber ich habe sie in dieser Weise formuliert nicht gefunden.

Der Kern besteht aus Hülle, Kernsaft und fester, wie ich glaube, geformter, d. h. eine Struktur besitzender Substanz. Die Hülle muß leicht löslich sein, da sie, abgesehen von Paramecien (3, S. 94), jedesmal bei der Kernteilung verschwindet. Der Kernsaft, dessen Volumen, Dichte und Zähigkeit je nach den Zuständen der Zelle verschieden ist, wird wohl mit dem Protoplasmasaft ausgetauscht werden. Die festen Kernsubstanzen, wesentlich das sogenannte Chromatin zeichnen sich durch starke Färbbarkeit und durch Absorption des ultravioletten Lichts (vergl. Fig. 9) aus. Ihr Volumen ist wechselnd, insofern in dem sog. Ruhestadium die Masse verringert erscheint. Diese Verschiedenheiten möchte ich auf Aufnahme und Abgabe von Enzymen beziehen, obgleich ich den Beweis dafür nicht geben kann; aber ich kenne keine Beobachtung, die dagegen spricht. Die bisher ermittelten Tatsachen stelle ich in Folgendem kurz zusammen.

Viele Oszillarien und Bakterienzellen sind kernlos. Allerdings ist es wohl für einen Kern nicht nötig, daß eine Membran und Kernsaft vorhanden sind, aber Chromatinbänder müßten doch während der Teilung gefunden werden, was nicht befriedigend beobachtet wird.

Über die Schwefel abscheidende Beggiatoa mirabilis Cohn liegen eingehende Untersuchungen von Hinze (25) vor. Die Zellfäden, die bis zu 1000 Zellen aufweisen können, zeigen, daß die Zelle nur aus Hülle, Protoplasma und Zellsaft besteht. In dem Protoplasma kommen außerdem, in wechselnder Zahl von 60 bis 300, Körner vor, die wegen starker Färbbarkeit als Chromatinkörner angesprochen werden, und die erheblich größer sind, als es die Chromiolen zu sein pflegen. Es werden keine Anhäufungen dieser Bildungen bei der Zellteilung beobachtet. Bütschlis Befunde von Kernen in Bakterien werden abgelehnt. Für gewisse Bakterien behauptet indessen Mencl (87) mit Entschiedenheit die Anwesenheit von Kernen.

Ich müßte Bedenken tragen, die farbliebenden Körnchen der Beggiatoen als Äquivalent des Kerns gelten zu lassen, wenn nicht bei den Foraminiferen nach Rhumblers (26, S. 260 bis 293) Darlegungen ein Verhalten sich ergäbe, das die Auffassung jener Chromatinkörner als Vertreter des Kerns rechtfertigte. Bei den Foraminiferen sind zwar die Verhältnisse in den verschiedenen Gattungen so auffallend verschieden, daß die von R. Hertwig als Chromidien benannten farbgierigen Körnchen zuweilen allein einen Kern vertreten, in anderen Stadien und Fällen zu den Mikronucleen zusammentreten, daß sie auch wohl außerhalb des Makronucleus, wenn solcher vorhanden ist, gefunden werden, dann in ihn eintreten, aber auch, namentlich behufs der Gametenbildung, ihn verlassen, um die Kerne der Gameten zu bilden. In Summa kann wohl gefolgert werden, daß diese Bildungen Dinge sind, die, wenngleich unvollkommene, so doch wirkliche Vertreter von Hauptbestandteilen des Kernes darstellen. Rhumbler deutet

an, daß die verschiedenen Funktionen des Kerns, etwa die den Stoffwechsel beherrschenden und die das Wachstum und die Vermehrung regierenden Kernbestandteile bei den Protisten getrennt auftreten könnten. Beobachtungen von Neubildungen des Kerns mitten im Protoplasma, über die O. Zacharias (Anatom. Anzeiger Bd. 43, 1913, S. 33) berichtet und einige Daten zusammenstellt, deuten gleichfalls auf eine vorwiegende Wichtigkeit der Chromidien hin, da diese sich in solchen Fällen scheinen zur Bildung des neuen Kerns zusammengefunden zu haben. Ich möchte glauben, daß in vegetierenden Zellen immer ein Dualismus vorhanden sein muß.

Nachdem es schon früher Gerasimoff geglückt war, durch Temperatureinflüsse kernlose Algenzellen zu erzeugen, hat van Wisselingh (27) Spirogyrenzellen kernfrei gemacht, indem er in der Teilung begriffene Zellen zentrifugierte. Es ging dabei der in der Teilung begriffene oder eben geteilte Kern in die eine Tochterzelle hinüber, die andere Tochterzelle wurde kernlos. In letzteren Zellen entstand niemals ein Kern, doch konnten sie bis zu zwei Monaten am Leben bleiben. Die Scheidewand wird dann wesentlich von der kernhaltigen Zelle aus geschlossen. Zunächst treten die Folgen der Kernlosigkeit noch nicht klar hervor, was so erklärt wird, daß das zentrifugierte Protoplasma und die Chromatophoren in der kernlosen Zelle noch eine Zeitlang unter Einfluß von vom Kern herrührenden Substanzen (also doch wohl von Kernenzymen?) stehen. Daher findet noch eine Lösung des Amylons und ein kleiner Absatz von Membranzellulose statt. Diese Substanzen müssen dann also mit der Zeit irgendwie verloren gehen und immer wieder vom Kern gebildet werden. In dem Preßsaft der Hefe verschwindet das Ferment nicht so rasch, doch finden sich darin wohl noch feste Teile, die erst allmählich das Ferment abgeben. Die Chromatophoren scheinen wenig durch die Abwesenheit des Kerns beeinflußt zu werden, auch vermehrt sich anfänglich das Plasma ein wenig. Enthalten die Zellen wenig Chromatophoren, so sterben sie unter Abnahme ihres Turgors viel rascher ab, als wenn die Zellen reichlich mit Chromatophoren versehen sind. Niemals teilen sich diese Zellen. Im übrigen werden die Ergebnisse wie folgt zusammengefaßt:

1. Der Kern übt schon vor der Karyokinese Einfluß auf diejenige Wandstelle aus, wo die Querwandbildung beginnen soll. (Dies wäre also ein erstes Beispiel einer direkten formativen Tätigkeit des Kerns.

2. Der Stärkeverbrauch ist abhängig von der Tätigkeit des Kerns, der einen Stoff absondert oder unter dessen Einfluß ein Stoff im Plasma gebildet wird, der die Umsetzung der Stärke veranlaßt.

3. Die Zellwandbildung wird sehr durch die Funktion des Kerns beeinflußt, weil der Kern Stoffe absondert oder weil durch dessen Einfluß im Plasma Stoffe entstehen, welche durch Umsetzung der Stärke Baumaterialien für die Zellwand liefern.

Es wird ferner beobachtet, daß Fett und Gerbstoff noch in kernlosen Zellen gebildet werden. Die Protoplasmaströme leiden nicht unter Abwesenheit des Kerns. Bei genügendem Inhalt an Chlorophyll vermehrt sich die Masse der Amylonkörner, deren Bildung also, solange die Zelle nicht kränkelt, von Kernwirkung unbeeinflußt zu sein scheint.

Die Schwesterzelle enthält entweder zwei oder einen großen Kern (wohl wegen gestörter Teilung?). Die bezüglichen Zellen werden dicker, zeigen aber eine Reduktion ihrer Amylon-

körner, trotzdem die Masse ihres Chlorophylls durch die Zentrifugierung vermehrt zu sein pflegt. Die Teilungsgeschwindigkeit ist zunächst vermindert. Wenn die Mutterzelle zwei Kerne enthielt, haben auch die Tochterzellen zwei Kerne. Die Kerne halten sich immer streng voneinander getrennt, sie liegen auf diametral entgegengesetzten Seiten, als wenn sie sich abstießen, aber sie wandern dennoch nicht an die beiden Zellenden. Daß die Kerne sich gewöhnlich nicht anziehen, sondern eher sich abstoßen, zeigt die Lagerung der Kerne in den sogenannten Syncythien, auch ziehen sich die Samenkerne bei Polyspermie nicht an, sondern bleiben stets getrennt. Es sollen jedoch im Endosperm von Corydalis normale Kernverschmelzungen vorkommen (17, S. 127).

Bei der durch A. Schneider und Flemming entdeckten, sehr verbreitet vorkommenden mitotischen Kernteilung wird in höchst vollkommener Weise bewirkt, daß die geformten Teile des Kerns gleichmäßig den Tochterzellen zukommen. Dabei handelt es sich darum, daß die Chromatinkörner, die Eisen (28) zweckmäßig als Chromiolen bezeichnet hat (in denen Altmann [29] eine Zusammensetzung aus noch kleineren Körnern findet) und die in den Chromatinbändern aufgereit sind, sich teilen. Die Teilungsebene liegt in der Längsrichtung des Chromatinbandes; deshalb zeigt sich selbst in den Fällen, wo die Chromiolen nicht genügend gesehen wurden, in der Mitte des Bandes eine helle Längslinie, wie es nachfolgende Fig. 2 A zeigt. Es ist das Bild eines Teils eines solchen Bandes nach Borgert (30) von einer Radiolarie, Aulacantha scolymantha, bei 1800facher Vergrößerung in Fig. 2 gegeben.

Figur 2.

Der Teilungsvorgang wird nur im Querschnitt des Bandes erkannt und ist von Borgert in Fig. 2 B wiedergegeben. Das Band in dem die Chromiolen liegen, ist als Lininmasse bezeichnet worden, es ist aber auch zuweilen stark gefärbt und dürfte von anderen, auch als Linin bezeichneten, vom Centrosom der tierischen Zellen ausgehenden Fäden verschieden konstituiert sein. Es soll, wie Meves mir mitteilt, vorkommen, daß im Querschnitt des Chromatinbandes vor dessen Längsteilung mehrere Chromiolen liegen. Dies braucht aber nicht die gleiche Verteilung der Chromiolen auf alle Tochterzellen zu hindern.

Ich gebe hier die meiner früheren Arbeit (9) entnommene Darstellung des Teilungsvorgangs in einem befruchteten Ei, weil die Figuren das zeigen, was allgemein für den Vorgang der Karyokinese in den tierischen Zellen typisch ist und weil Wesentliches mehr hervorgehoben wird, als dies in mir sonst bekannten Zeichnungen der Fall ist.

Figur 3.

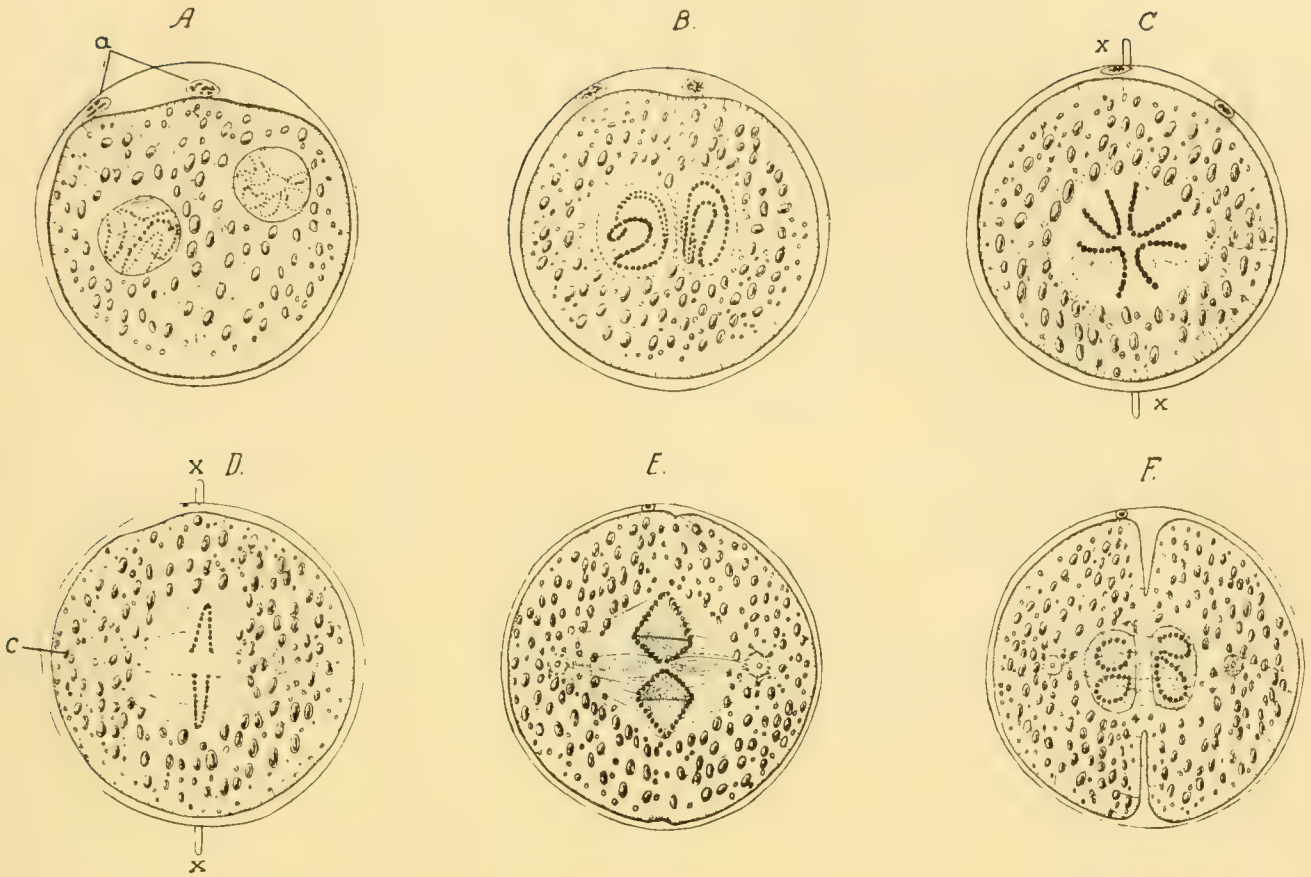


Fig. A zeigt das Ei nach Abstoßung der beiden Polkörper a mit zwei aufgeblähten Kernen im Dotter, von denen der eine dem Spermium, der andere der Eizelle angehört. In Fig. B haben sich diese beiden Kerne aneinander gelegt und haben deutliche Chromatinknäuel entwickelt, sind aber jeder noch von einer Hülle umschlossen. In Fig. C ist die Hülle verschwunden und es sind in jedem der Kerne deutliche Chromatinbänder entstanden, die gebogen sind und etwa in der Fokalebene verlaufen. Es haben sich zwar schon die Chromiolen geteilt, aber ihre Orientierung ist so, daß sie übereinander liegen, man daher in dieser Lage des Objekts die Verdoppelung nicht sehen kann. Um diese zu sehen, muß die Zelle in der an ihr angedeuteten Achse x um 90° gedreht werden. Dann erhält man das Bild Fig. D, in dem sich allerdings die Chromiolen schon etwas voneinander entfernt haben. Im Focus liegt hier nur der eine Arm der Bänder, der andere liegt höher oder tiefer außerhalb der Fokalebene. Man sieht hier auch die Centrosomen c, die vorher nicht sichtbar waren. Es macht den Eindruck, als wenn von ihnen aus die Bänder auseinander gezogen würden. In Pflanzenzellen wollen sich diese Bildungen nicht finden lassen und sie scheinen auch nach einer von Wisselingh (27) gegebenen Teilungsfigur nicht dasein zu können, so daß die Trennung der Chromiolen wohl auf Protoplasmaströ-

mungen, denen sich Kontraktionen beigesellen, zu beziehen sein dürfte. In der Fig. E sind die Chromatinbänder weiter auseinander gezogen und es ist infolgedessen auch noch der andere Arm der betreffenden früher nicht im Focus liegenden Bänder in die Ebene hinein gezogen, so daß, da sich die Enden der Bänder erst zuletzt voneinander trennen, das Bild einer Art von Ring entsteht. Auch das Protoplasma der Zelle beginnt, wie man sieht, die Teilung. In Fig. F ist diese Teilung weiter voran geschritten. Die Teilung des Kerns ist vollendet. Die Kerne treten darauf in ihr Ruhestadium ein, in dem sich die Chromatinbänder nicht weiter verfolgen lassen.

Um eine klare Einsicht in den Vorgang zu gewinnen, muß, wie man sieht, die Zelle in zwei durch Drehung um 90° verschiedene Lagerungen gebracht werden. Solche Drehungen eintreten zu lassen ist meistens nicht möglich, und nur wenn viele Teilungen des gleichen Stadiums vorliegen, kann es glücken, die beiden Ansichten zu gewinnen. Natürlich kann durch verschieden hohe Einstellung des Mikroskops der Schwierigkeit etwas abgeholfen werden, aber da die Objekte meistens sehr klein sind, ist doch oft keine ganz klare Einsicht in die Bedeutung des Bildes zu gewinnen. Natürlich muß immer der Erhaltungszustand und die Färbung sehr vollkommen sein; wo diese Bedingungen fehlen, werden die Chromiolen nicht mehr erkannt. Diese Bildungen können aber überhaupt so klein und zart werden, daß das Mikroskop zu ihrer Verfolgung nicht mehr ausreicht.

Schon Roux (31) hat hervorgehoben, daß auf diese Weise eine vollständig gleiche Verteilung der geformten Kernsubstanz auf die Tochterkerne bewirkt wird. In der Tat kann eine größere Vollständigkeit gleichmäßiger Verteilung nicht erdacht werden. Bei allen kernhaltigen Zellen, die Bausteine von Organismen sind, ist daher die mitotische Kernteilung mit Lapidarschrift ihrer Lebensgeschichte eingeprägt. Selbst wenn sich im Protoplasma die Chromatophoren, die Amylonkörner, die Plasmakonten bei der Zellteilung mit teilen, wird doch eine gleiche Verteilung der Formen nicht erzielt werden, denn dafür müßten sich alle genannten Teile zunächst in der Teilungsebene sammeln, was nicht stattfindet.[1])

Im Übrigen ist festgestellt, daß kernfreie Stücke des sonst lebensfähigen Eiprotoplasmas von Seeigeleiern sich nicht lebensfähig erhalten, wie ja auch die referierten Versuche von Wisselingh (27) noch beweisender für die Lebensunfähigkeit des kernfreien Protoplasmas sprechen. Ebensowenig kann sich ein isolierter Kern, selbst wenn ihm, wie im Spermium und in den Polkügelchen etwas Protoplasmamaterie beigegeben ist, nennenswert entwickeln. Es ist Loeb und Bancroft (32) nicht geglückt, den Spermiumkern, selbst wenn er in geeignet scheinende Materien eingebettet wurde, erheblich weiter zu züchten. In der Natur haben weder Spermium noch Pollenschlauch isoliert eine weitere Entwicklung gezeigt.

[1]) Bei Spaltung von Syncythien durchschnürt sich zunächst das Protoplasma, dann erst folgen die Teilungen der Kerne. Die intimeren Vorgänge dabei sind m. W. noch nicht genau verfolgt, so daß sich der Anschluß an die gewöhnlichen Teilungen noch nicht gewinnen läßt.

V. Die Vorstellung über die Erblichkeit.

Die vererbende Anlage bewirkt in sehr weitgehender und starrer Weise die Formung des Organismus. Jede Hautstreifung einer Gazelle, jeder Ausschnitt in einer Flugfeder einer Taubenart, in einem Bein eines Calanus ist vorbestimmt und ein sicheres Merkmal der Art. Mehr persönliche Dinge, wie die Länge der Hörner eines Rindes, der Schwanzfedern einer Hühnerart mögen etwas unter äußeren Beeinflussungen variieren, aber das ändert nichts an der Starre der Vererbung, die also feste Träger erfordert.

Für die Pflanzen gibt Baur (3. A. S. 4) charakteristische Beispiele. Der Löwenzahn (Taraxacum dens leonis) verändert, hoch in den Alpen gepflanzt, seinen Habitus so sehr, daß man ihn für eine neue Spezies halten könnte. Es zeigt sich aber, daß sein Same, in der Ebene gesät, genau die dort wachsende Form gibt, während umgekehrt Samen der Talform in der Höhe gesät, die Höhenform wachsen läßt. Die rein konstant rote Primula sienensis rubra wird in feuchtem Gewächshaus bei 30° bis 35° und etwas schattig gehalten, rein weiß blühend, dann in die gewöhnlichen Verhältnisse zurückgebracht, blüht sie wieder rot. Auch der Same der weißen Blüten gibt die rot blühende Pflanze im Gegensatz zu einer konstant weiß blühenden Primel.

Die vererbende Anlage behält also starr ihre Eigenheiten. Baur bemerkt: Wir dürfen also nicht sagen, daß die „rote Blütenfarbe" dieser roten Primula vererbt werde, denn die unter gewissen Kulturbedingungen gezogenen Kinder blühen ja weiß; was diese Primel vererbt, ist vielmehr eine ganz bestimmte typische Art und Weise der Reaktion auf Temperatureinflüsse, d. h. vererbt wird die Fähigkeit, bei 20° rote, bei 30° weiße Blüten zu bilden.

Die Veränderungen in der Entwicklung unter ungewöhnlichen Umständen sind eine der Eigenschaften der vererbenden Anlage. Es müssen sich in den Zellen Substanzen finden, die die Entwicklung der Zellenenchyme bewirken. Die Wirkung der Enzyme selbst, deren Grenz- und Optimaltemperaturen werden, wie z. B. für die Zuckerbildner bekannt ist, verschieden liegen und können je nach den Außentemperaturen verschieden kombiniert sein. Das gleiche gilt für die Enzymbildung. Endlich können auch Veränderungen der sonstigen Außenbedingungen verändernd auf Stoffwechsel und Wachstum wirken. Daß und wie die Vererbung manifest wird, hängt immer von den Außenbedingungen ab, wie jeder weiß. Baur sagt: Vererbt wird immer nur eine bestimmte spezifische Art der Reaktion auf die Außenbedingungen, und was wir als äußere Eigenschaften mit unseren Sinnen wahrnehmen, ist nur das Resultat dieser Reaktion auf die zufällige Konstellation von Außenbedingungen, unter denen das untersuchte Individuum sich gerade entwickelt hat." Ich kann mir die Vererbung von Reaktionen ohne Reaktionsträger, die auf die Außenbedingungen in ihnen eigentümlicher Weise reagieren, nicht denken, und halte daher die Definition von Baur für unrichtig.

In meiner Physiologie der Zeugung habe ich (8. S. 199) eine den Typus und eine die individuelle (besser persönliche) Vererbung unterschieden. Die Vererbung des Typus, zu der die eben besprochenen Fälle gehören, kann nicht allein vom Kern abhängen. Es entsteht die

Frage, ob das eigentliche, das Leben trägende Protoplasma, als welches wohl die von Reinke (7, S. 260) als Plastin bezeichnete und nachgewiesene Substanz anzusehen ist, in allen Zellen das gleiche sein kann. Wenn es dies nicht ist, muß es bei der Vererbung des Typus seine bedeutende Rolle spielen. Es ist wohl wahrscheinlich, daß dies Protoplasma bei Pflanzenzellen anders ist, als bei tierischen Zellen und daß es überhaupt bei den verschiedenen Arten verschieden ist, aber einen Beweis dafür finde ich nicht. Einschlüsse, Enzyme usw. sind verschieden genug, aber, abgesehen von den Chromatophoren, kann deren Unabhängigkeit von Kernwirkungen nicht nachgewiesen werden. Die Einschlüsse werden aber Einfluß auf das Geschehen in der Zelle haben müssen, daher darf doch wohl gesagt werden, daß bei der Vererbung des Typus auch dem Protoplasma weiteren Sinnes ein spezifischer Einfluß auf die Vererbung des Typus zukomme und dadurch die Vererbung des Typus charakterisiert sei.

Zur Vererbung des Typus ist m. E. auch die Bildung des Geschlechts zu rechnen. Es ist die bemerkenswerte und vielfach bestätigte Entdeckung von Henking gemacht worden, daß bei Männchenbildung in der Reihe der Chromatinbänder ein Unterschied gegenüber der Reihe, die in Eiern liegen, aus denen Weibchen hervorgehen, gefunden werde. Darauf allein kann nicht immer der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen beruhen. So ist der Unterschied zwischen der großen weiblichen Bonellia viridis gegenüber dem fast mikroskopischen Männchen so groß, daß der etwa zu erwartende Unterschied der Chromatinbänder dafür keine ausreichende Erklärung geben könnte. In der Tat zeigen die Männchen erzeugenden Eier zuweilen, z. B. bei dem Wurm Dinophilus nach Korschelt (4, S. 436) sehr viel kleinere Dottermassen ihrer Eier gegenüber den Weibcheneiern. Solcher progame Einfluß ist keineswegs allgemein gültig und daß etwa das Altern des Eies vor der Befruchtung auf dessen Geschlechtsbildung Einfluß hat, braucht zwar nicht allein auf eine Veränderung des Dotters bezogen zu werden, ist aber um so weniger auszuschließen, als für einige Fälle doch die Mitwirkung des Dotters bei der Entscheidung des Geschlechts festgestellt ist. Daher muß die Vererbung des Geschlechts der Vererbung des Typus zugeschrieben werden. Das Geschlecht ist eben etwas Typisches, auch können z. B. weibliche Daphnien parthenogenetisch beide Geschlechter zeugen.

Die persönliche Vererbung, also die Übertragung formeller Varietäten, die den Charakter der Art oder Abart nicht verändern, auf die Nachkommen wird meistens an Bastardierungen studiert. Bei gut entwickelten Bastarden ist die Verschiedenheit des Protoplasmas so gering oder von so geringem Gewicht für die Vererbung, daß dessen Eigenheiten selten und wenig hervortreten. Die Eigenheiten, die die Eltern eines Bastards unterscheiden, sind natürlich viel mehr hervortretend und sichtbar, als bei Mischungen zweier Personen derselben Art.

Es wird später nachgewiesen werden, daß nur der Kern oder eigentlich dessen Chromiolen die Übertragung der Eigenheiten bewirken. Deren Wirkung für die erbliche Übertragung geht sehr weit. Wir können am besten solche Wirkungen an dem Menschen unserer Varietät beobachten, weil wir dies Objekt möglichst allseitig kennen. Die Ähnlichkeit von aus einem Ei und wohl auch einem Spermium stammenden Zwillingen mag geringe Abstufungen haben, so daß man sie etwas leichter oder schwerer aus-

einander halten kann, immer werden diejenigen, die in einer Familie mit solchen, ziemlich selten vorkommenden, Zwillingen verkehren, es schätzen, wenn Emilie sich durch ein rotes Bändchen von Karoline unterscheidet. Würde der eine Zwilling auf Bergen, der andere im Tal aufwachsen, so würde sicher ein Teil der Ähnlichkeit schwinden. Große Förderung der Erblichkeitslehre durch solchen Versuch ist nicht zu ersehen. Bleibt ein Teil des Spermiumkörpers im Dotter liegen, um erst später in einer der Furchungszellen sich zu betätigen und wäre dieser Teil Mitträger der Vererbung, so könnte die Ähnlichkeit nicht so groß sein, wie sie erfahrungsmäßig zu sein pflegt.

VI. Die Tätigkeit des Kerns bei der Zeugung.

Nach Versuchen von Boveri (33) bestimmt die Befruchtung eines kernfreien Eistücks von Sphärechinus mit dem Samenkomplex von Echinus in glücklichen Fällen die Entwicklung einer Larve von ausgesprochen väterlichem Typus. Dies ist ein positiver Beweis von der Wirkung des Kernkomplexes. Er kann durch andere Erfahrungen nicht beseitigt werden, um so weniger, weil krankmachende Einflüsse nicht immer vermieden werden können, z. T. auch geradezu herbeigeführt wurden und den Kern modifizieren konnten. Ein Einfluß auch des Dotters auf die Form der Entwicklung zeigte sich bei der Befruchtung eines Echinuseies durch Samen des Haarsterns, Antidon. Während die Larven des Haarsterns keine Gallertsubstanz entwickeln, hatte die Bastardlarve eine gallertige Grundsubstanz, was auf die Wirkung des Eidotters bezogen werden muß. Ein Einfluß des Protoplasmas auf die Beschaffenheit der Gewebe kann überhaupt nicht geleugnet werden. So wird bei Mirabilis jalapa albimaculata nach Correns (4. S. 384) die Buntblättrigkeit bei Bastardierungen immer nur gefunden, wenn das Eichen genannter Pflanze, nie wenn ihr Pollen gegenüber verschiedenen anderen Spielarten zur Befruchtung benutzt wird. Übrigens habe ich schon 1881 (8, S. 197) unter Bezugnahme auf andere Befunde den Satz aussprechen können: es ist sicher, daß in einzelnen Fällen eine verschiedene Einwirkung der Eltern auf den Bastard stattfindet, je nachdem das weibliche oder das männliche Element bei der Zeugung beteiligt ist. Dies ändert aber nicht die Tatsache, daß der Kernkomplex die persönliche Vererbung beherrscht und allein beherrschen muß, weil das Protoplasma in den Keimzellen der Eltern einer Art viel weniger verschieden sein muß, als das auch nur schwach differente Eiprotoplasma lebenstüchtiger Bastarde. Die später zu besprechenden Radiumversuche von O. Hertwig erhärten diese Auffassung.

Zunächst möge das Verhalten der Geschlechtskerne nach den neuesten größeren mir bekannt gewordenen Beobachtungen in möglichster Kürze vorgeführt werden.

L. Auerbach (31) hat gefunden, daß der Kern des Eies erytrophil, der Spermakern cyanophil sei. Dazu habe ich (10. S. 383) bemerkt: „Es scheint Interesse zu haben, gelegentlich der mitotischen Kernteilungen festzustellen, ob in den Furchungszellen auch noch solche Unterschiede der Färbbarkeit nachzuweisen sind.“ Diese Bemerkung muß ich als gedankenlos widerrufen, denn schon in meiner Zeugungslehre (8) habe ich festgestellt, daß bei der geschlecht-

lichen Zeugung kein Unterschied der Gameten in bezug auf „männlich“ und „weiblich“ gefunden werden könne, sondern daß nur eine gewisse vom Geschlecht unabhängige Verschiedenheit der Gameten vorhanden sein wird. Je weiter man heute in den Untersuchungen fortgeschritten ist, desto mehr, scheint es, neigt man sich jetzt dieser Auffassung zu, die also einen durchstehenden geschlechtlichen Unterschied der Färbbarkeit negieren muß.

Gustav Retzius (35) hat die meines Wissens größte unter den neuen Arbeiten in dem Gebiet der histologischen Befruchtungslehre vorgelegt. Ich gehe auf diese Arbeit genau ein, nicht nur weil man heute, gezwungen vielleicht durch das Übermaß von Bearbeitungen, nur noch das neueste beachtet, sondern weil mir diese Arbeit besonders wertvoll ist. Der Standpunkt, den Retzius einnimmt, ist ein ganz anderer, als der meine (er hält an der chemischen Befruchtungslehre fest), aber seine Darstellung ist nicht nur belehrend, sondern auch mit meiner Auffassung des Geschehens recht gut vereinbar. Retzius' Figuren sind in seiner Reproduktion sehr stark vergrößert worden, was bequem ist. Sie sind zwar farbig, aber die Schraffierungen, mit denen ich das Grünblau wiedergebe, scheinen mir auch in der schwarzen Zeichnung für den vorliegenden Zweck die Unterschiede der Färbungen genügend deutlich zu machen. Retzius geht aus von Erfahrungen, die Max Mosse (vergl. 35 S. 2) über die Ehrlich-Biondische Dreifarbenmischung (Orange, Fuchsin, Methylgrün) gemacht hat. Außerdem benutzt Retzius noch die Haidenhainsche Hämatoxylin-Färbung. Auch er findet, wie Auerbach, daß der Spermiumkopf basophil, der Eikern in gewissen Perioden oxyphil ist.[1]) Wir werden später sehen, daß der Schluß aus der Färbung auf die chemische Reaktion anfechtbar ist, aber zunächst folge ich darin dem Autor.

Retzius gibt S. 20 die Zusammenstellung seiner Resultate an Echinodermeneiern in folgenden Worten: „Der . . . sich rot färbende Eikern zeigt erst, nachdem er, entweder durch die „normale Befruchtung durch die Spermie oder durch parthenogenetische Entwicklung in einen „Teilungsakt eingetreten ist, wieder eine blaugrüne (basophile) Farbe in den an der Spindel „entstandenen Chromosomen (meine Chromatinbänder). Die in das Ei eingedrungenen Spermien „behalten die intensive Färbbarkeit ihrer Köpfe resp. ihrer Chromosomen durch das Methylgrün „des Biondischen Gemisches noch bis zur Verschmelzung mit dem Eikern im Befruchtungsakt. „Nach der Verschmelzung schwindet sofort diese Färbbarkeit durch das Methylgrün, und die „rote Farbe herrscht ganz in dem vereinigten „ruhenden“ Kern.

„Erst im Teilungsstadium des vereinigten Kerns tritt wieder die blaugrüne Farbe auf, „indem die Chromosomen an der Spindel stets eine intensive solche Farbe im Biondigemisch „darbieten. Nachdem sie an den Polen angelangt sind und indem sie in Bläschen sich umwan„deln, verschwindet wieder die blaugrüne Färbung der Chromosomen und die rote Farbe „herrscht ganz in dem vereinigten ruhenden Kern.

„Erst im Teilungsstadium des vereinigten Kerns tritt wieder die blaugrüne Farbe auf, „indem die Chromosomen an der Spindel stets eine intensive solche Farbe im Biondigemisch

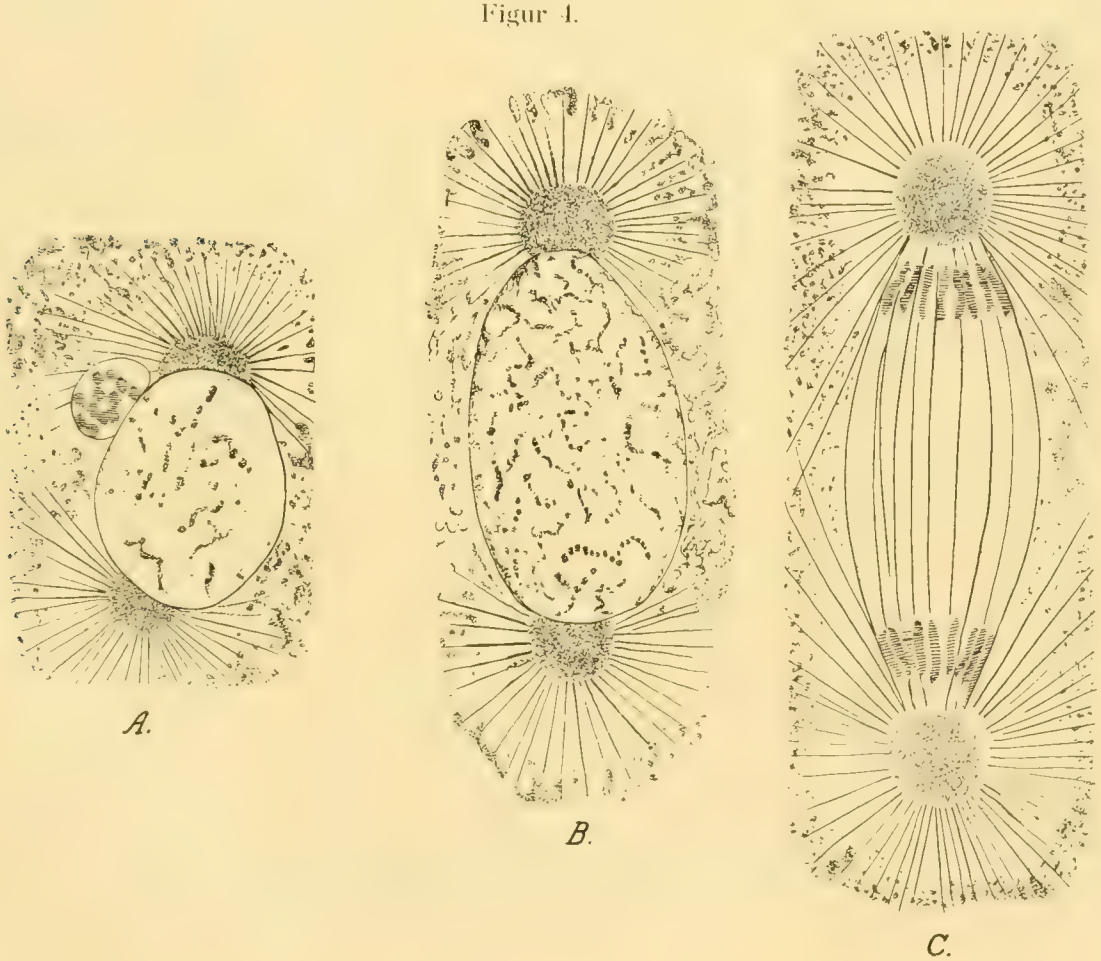
[1]) Der Färbbarkeitswechsel der Zeugungskerne ist übrigens früheren Beobachtern nicht entgangen, doch wird dies z. B. von Herbst (89) als Zeichen dafür angesehen, daß Chromatin entstehe.

„darbieten. Nachdem sie an den Polen angelangt sind und indem sie in Bläschen sich umwan-„deln, verschwindet wieder die blaugrüne Färbung der Chromosomen und die durch Ver-„schmelzung der Bläschen entstandenen Kerne des geteilten Eies nehmen nicht die blaugrüne, „sondern nur die rote Farbe auf. Erst nachdem sie wieder in eine Teilungsphase übergehen, „treten blaugrün gefärbte Chromosomen von neuem an der Spindel auf, um dann wieder im „Bläschenstadium und im Ruhestadium nur die rote Farbe anzunehmen.

„In der Blastulaperiode werden alle oder beinahe alle Kerne der entstandenen Zellen „durch das Biondigemisch blaugrün gefärbt, also sowohl in Teilungsphasen, als auch die im „Ruhestadium befindlichen."

Für das hier interessierende Geschehen gibt Retzius auf seiner Tafel V die folgenden drei Bilder Fig. 4. Auf diesen, sowie auf den später vorzuführenden Abbildungen von ihm wird die blaugrüne Färbung durch Schraffierung angedeutet. Die übrigen Teile der Figuren im Kern sind rot gefärbt und sind von mir einfach schwarz gehalten oder punktiert.

Figur 4.



Es handelt sich um Präparate von Parechinus miliaris. Die Figurenerklärung von Retzius lautet wie folgt:

A. Retzius, Fig. 13. „Der Eikern mit geteilten Zentrosphären und Strahlung an beiden Polen desselben „gelegen, sowie mit dem angeschwollenen, noch stark grüngefärbte Chromatinkörner enthaltenden Spermiekern „dicht an ihn gerückt und teilweise abgeplattet.

B. Retzius, Fig. 14. „Der Eikern mit den Zentrosphären und Strahlungen, nachdem er mit dem Spermie„kern verschmolzen ist; der Eikern ist mit nur rotgefärbten Chromatinkörnerfäden versehen.

C. Retzius, Fig. 15. „Der Eikern hat sich in eine Teilungsspindel verwandelt und nach den beiden po„laren, von Strahlungen umgebenen Zentrosphären hinausgezogen, in deren Nähe die geteilten Chromosomen in „je einer intensiv grüngefärbten Gruppe liegen.

Die Erhärtung ist durch ein Pikrinessigsäuregemisch erfolgt.

Ich gebe diese Figuren, trotzdem noch große Lücken zwischen den Stadien sind. Sie zeigen den Unterschied der Färbungen deutlich genug, auch wird das Aufgehen des Spermiekerns in den einheitlichen konjugierten Kern als Tatsache gezeigt. Ich werde darauf zurückkommen. Das Verhalten unterscheidet sich auffallend von den hier folgenden Abbildungen des Befruchtungsverlaufs von Ascaris megalocephala, und eben deshalb konnte ich die Wiedergabe von Parechinusbildern nicht unterlassen.

In seinem Rückblick auf die Entwicklung dieser Ascaris S. 39 sagt Retzius folgendes:

„Infolge der Beschaffenheit des mir zugänglichen Materiales muß ich mit dem Zustand „des Eies anfangen, in welchem das Keimbläschen des Eies die erste Richtungskörperspindel ge„bildet hat. Die Chromosomenstäbchen nehmen in diesem Stadium durch das Biondigemisch „eine intensive blaugrüne Farbe an und behalten dieselbe noch nach der Abgabe des Richtungs„körpers. In den beiden Richtungskörpern behalten die Stäbchen diese Farbe, solange diese „Körper noch nachweisbar sind. Die im Ei zurückbleibenden zwei Stäbchen, welche als Chro„mosomen in den Eikern eingehen, färben sich auch noch einige Zeit blaugrün; dann erbleicht „allmählich diese Farbe und geht in eine rötliche über, wobei die Chromosomen in kleinere „Körner zerfallen. Der anschwellende ruhende Eikern enthält dann einige Zeit nur rot sich „färbende Körner und feine Stränge.

„Ungefähr, aber nicht immer ganz gleichzeitig geht im Spermiumkern eine ähnliche Ver„änderung vor sich, indem derselbe zuerst deutlich in zwei Chromosomenstäbchen geteilt und „sich mit einem allmählich anschwellenden Kernraum und einer Membran umgebend, bald seine „grüne Farbe verliert und dann nur rötlich sich färbende Körner und Faserstränge enthält.

„Allmählich tritt nun in den beiden, sich aneinander legenden Kernen eine neue Ver„änderung des Färbungsverhaltens ein. Blaugrüne Körner treten in ihren Fasersträngen auf und „vermehren sich immerfort, um dann zu allmählich dicker werdenden Strängen überzugehen, „welche zuletzt in jedem der beiden Kerne zwei lange und dicke blaugrüne, schlingernde „Bänder bilden. Bei der schließlichen Verschmelzung der beiden Kerne stellen diese Bänder „dann die vier blaugrünen Chromosomen dar, welche sich der bald entstehenden Teilungs„spindel anlegen und nach ihrer Längsteilung zu zwei gleichen Gruppen nach den beiden Spin„delpolen ziehen.

„Hier tritt aber bald wieder eine Veränderung der Färbbarkeit der Chromosomensub-„stanz ein, indem die vier Bänder, die in eine Menge kleiner Körner zerfallen, erbleichen, die „blaugrüne Farbe verlieren und sich immer mehr rötlich färben. Während sich nun der Ei-„körper selbst in zwei Zellen teilt und jeder der beiden Hälften des geteilten Kerns einen Kern „in dieser Zelle bildet, entstehen aus den genannten mit rot gefärbten Körnern und Faser-„strängen versehenen Kernteilen zuerst vier Bläschen, die allmählich in jeder der beiden Zellen „zu einem größeren Kern verschmelzen, welcher sehr oft die längst bekannten Ausläufer darbietet „und sich nur rot färben läßt."

Retzius gibt zahlreiche und sich in den Stadien der Entwicklung sehr nahe berührende Abbildungen. Von diesen reproduziere ich hier nur sechs mit Biondischer Farblösung und zwei mit nach Heidenhain durch Eisenalaun-Hämatoxilin gefärbte Abbildungen der Präparate. Die Auswahl zeigt das Verhalten, auf das es hier anzukommen scheint und tritt nicht mit einer der anderen Abbildungen in Widerspruch.

Die Figurenerklärungen und Bezeichnungen von Retzius lauten wie folgt:

A. Taf. VII, Fig. 5. „Ei mit den im Innern desselben nahe aneinander gelegenen beiden Kernen, welche „ungefähr gleich groß sind und nur rot gefärbte Chromatinfäden (und eine nucleolartige Kugel in dem oberen) ent-„halten. Neben dem unteren Kern liegt rechts ein roter, ovaler Körper, den man zuweilen neben dem Sper-„miekern wahrnimmt und welcher vielleicht aus den Resten des Spermiekörpers herrührt. Am Eirand sieht man „den zweiten Richtungskörper mit seinen zwei grünen Chromosomen.

B. Taf. VII, Fig. 6. „Partie eines Eies mit den beiden Kernen, von denen der untere größer ist. In „beiden sind von neuem blaugrün gefärbte, dickere Chromatinkörnerstränge aufgetreten, zwischen welchen auch „dünnere rote noch sichtbar sind. Neben den beiden Kernen bemerkt man im Zellkörper ein Zentrosom, „welches einen dunkelrot gefärbten Zentralkörper enthält und zwischen die Kerne einen schmäleren Arm ein-„senkt. Oben an der Eioberfläche erkennt man den zweiten Richtungskörper mit seinen zwei grünen „Chromosomen.

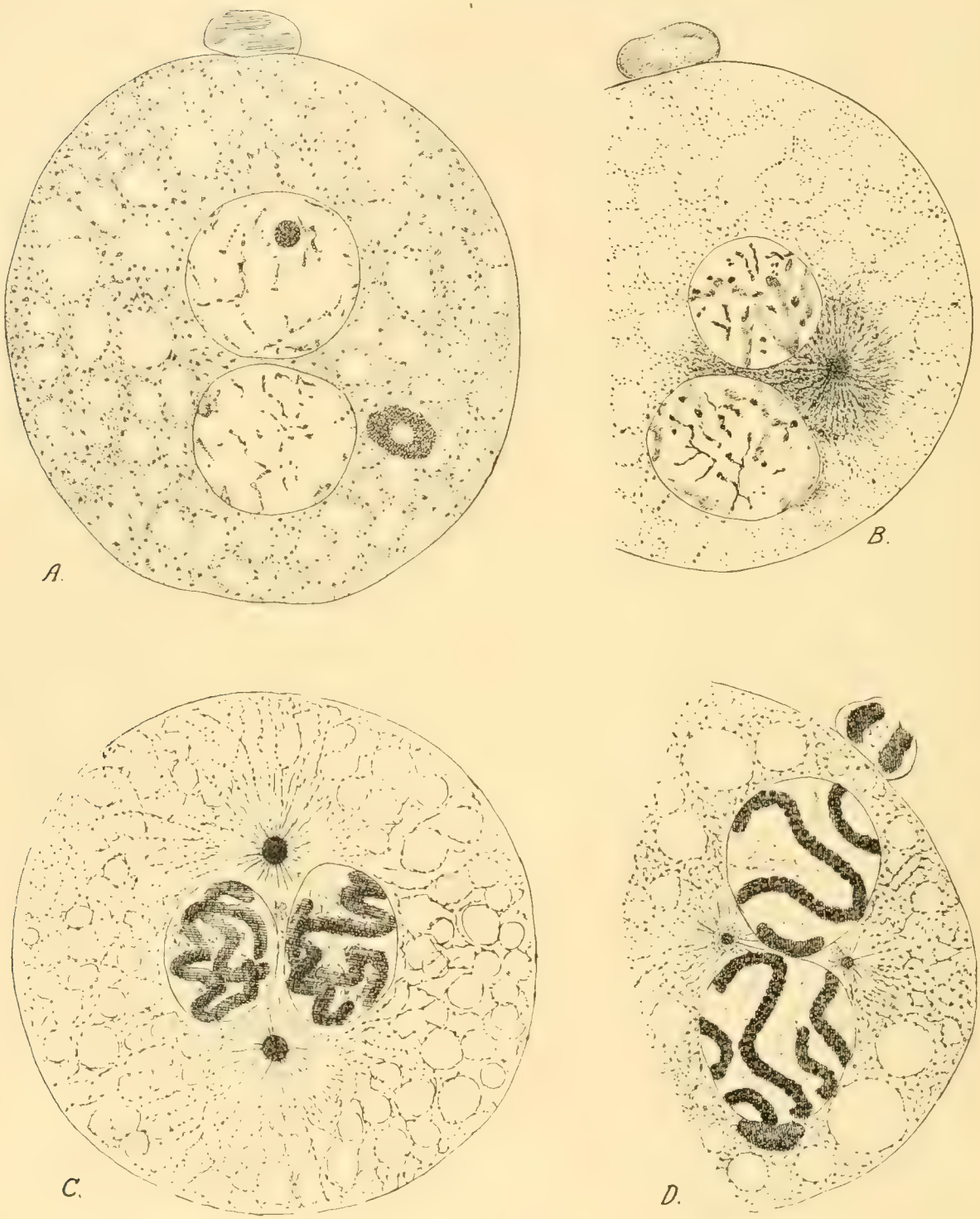
C. Taf. XI, Fig. 18. (Hämatoxylinfärbung.) „Ein ganzes Ei mit den beiden Kernen, von denen „der rechts befindliche größer ist und in denen je zwei ausgebildete, körnig erscheinende, gewundene Chromo-„somenstränge gelegen sind, stoßen aneinander, und die Membranen sind, besonders am inneren Umfang in „Auflösung begriffen. Die Zentrosphären mit ihren Zentralkörpern liegen oben und unten in den Winkeln, „welche die Kerne miteinander bilden. Diese Phase tritt offenbar gleich vor der Bildung der Teilungsspindel ein.

D. Taf. XI, Fig. 15. (Hämatoxilinfärbung.) „Partie eines Eies, oben links mit dem außen angehefteten „zweiten Richtungskörper; im Inneren sieht man zwei stark angeschwollene, ungefähr gleich große Kerne mit „etwa gleich weit ausgebildeten, körnig erscheinenden, gewundenen Chromatinbändern. Der dem rechts ge-„legenen Kern rechts angeheftete schwarz gefärbte körnige Klumpen, welcher wahrscheinlich ein Rest des „Spermiekörpers ist, deutet stark darauf hin, daß dieser Kern dem Spermiekern entspricht. Zwischen den „beiden dicht aneinander liegenden Kernen sieht man oben und unten in den Winkeln die geteilte Zentrosphäre „mit den beiden schwarz gefärbten Zentralkörpern.

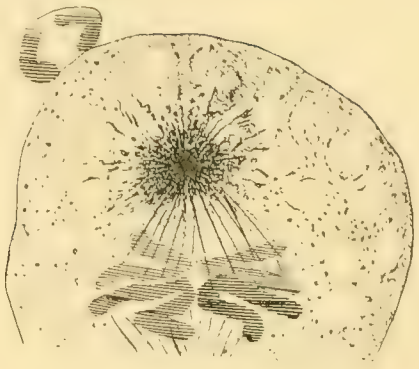
E. Taf. VIII, Fig. 2. „Partie vom Inneren eines Eies, mit den dicht aneinander gelegenen, offenbar „der Verschmelzung nahe stehenden, beiden Kernen, welche je zwei lange, gewundene, blaugrüne Chromosomen „und feine rote Körnerfäden enthalten. In den beiden Winkeln zwischen den Kernen findet man je ein Zentrosom „mit einem Zentralkörper.

Wenn man sich dies Bild des Spirems, in dem die Zentrosomen nicht so ganz in der Ebene des Papiers gelegen haben dürften, etwas gedreht denkt, so daß der Richtungskörper wieder gesehen wird, erscheint schon beinahe das folgende Bild.

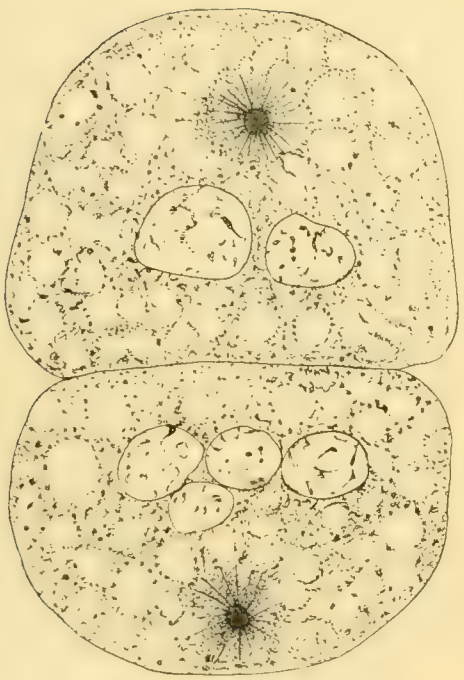
Figur 5.



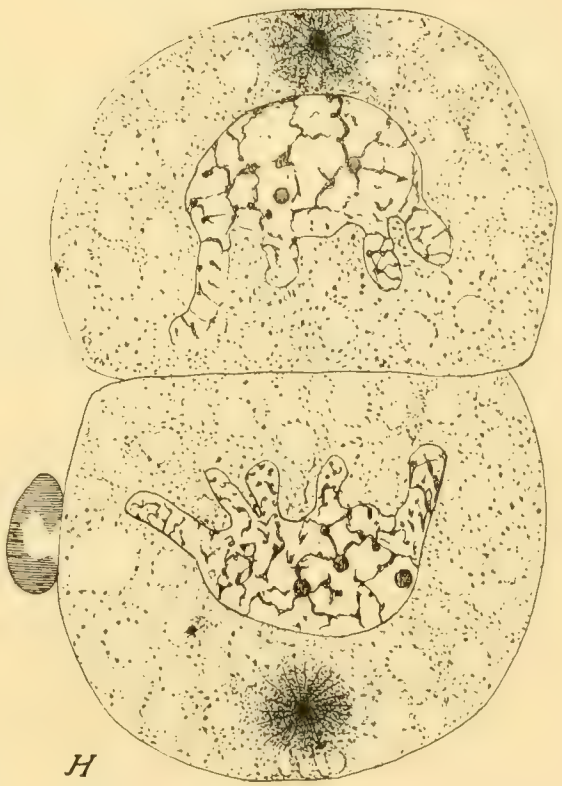
E.



F.



G.



H

F. Taf. VIII, Fig. 9. „Partie eines Eies in schiefer Lage betrachtet, wodurch die unter der Zentrosphäre „gelegenen vier blaugrünen, winklig gefalteten Chromosomenbänder in perspektivischer Anordnung sichtbar sind. „Am oberen Umfang der Figur bemerkt man den zweiten Richtungskörper mit den beiden blaugrünen Chromo- „somen.

Die hierauf folgenden Teilungsfiguren von Retzius reproduziere ich nicht, weil sie völlig dem von mir in Fig. 3 gegebenem Schema entsprechen. Nach vollendeter Teilung des Kerns folgen dann noch die folgenden, bemerkenswerten Figuren.

G. Taf. IX, Fig. 5. „Ein schon geteiltes Ei mit breit aneinandergedrückten Hälften, von denen jede mit „den aus den Chromatinhaufen entstandenen Bläschen versehen ist, von welchen die obere Eihälfte zwei, die „untere vier besitzen. In diesen Bläschen sieht man teils einige hellblaue (in meiner Figur also schraffierte), „teils rote Körner und Fäden. Die Zentrosphären sind erhalten.

Es folgt dann bei Retzius das Stadium der Vereinigung dieser Bläschen in mehreren Abbildungen, von denen ich eine willkürlich heraus gegriffen habe.

H. Taf. IX, Fig. 7. „Ein geteiltes Ei mit dem in dieser Phase gewöhnlichen „Zusammenpressen" der „beiden Eihälften und ihrem breiten Anrücken aneinander. In jeder Hälfte findet man einen großen Kern mit „eigentümlichen, langen und schmalen Ausstülpungen gegen die Teilungsfläche und nach der äußeren Seite „hin. In den Kernen sind in diesem Stadium keine blau sich färbenden Teile vorhanden; alle Fäden und Körner „färben sich rot. Dagegen behalten die Chromosomen der Richtungskörper ihre blaugrüne Farbe; an der nach „unten gekehrten, etwas größeren Hälfte sitzt links ein zweiter Richtungskörper mit blaugrünen Chromosomen. „Die Zentrosomen sind erhalten und nahe an der Eioberfläche gelegen.

Welche Bedeutung der Farbunterschied hat, ist nicht recht sicher zu sagen. A. Fischer (36) hat sich mit guten Gründen gegen die Annahme ausgesprochen, daß es sich bei solchen Verschiedenheiten der Färbbarkeit um chemische Reaktionen oder gar um spezifische Kernfarbstoffe handle. Fällungen von Deuteroalbumose mit Platin-Osmium-Essigsäure gaben bei Verwendung konzentrierter Lösungen ersterer Substanz ein grobkörniges Gerinsel, das mit Safranin-Gentianalösung intensiv rot gefärbt wurde. Die auf ein Zehntel verdünnte Lösung ergab dagegen ein feinkörniges Gerinsel, das sich intensiv violett färbte. Aus diesen und ähnlichen Erfahrungen zieht Fischer den Schluß, daß die Färbungen nicht auf chemischen, sondern auf physikalischen Verhältnissen, auf Adsorptionen beruhen. Das schließt für andere Fälle nicht aus, daß, was Fischer bekämpft, die einen Körnchen aus den dissociierten Salzen die Anionen, die anderen die Kationen anziehen, wo denn doch wohl von basophilen und erythrophilen festen Substanzen gesprochen werden dürfte, nur wird man mit solcher Feststellung vorsichtig sein müssen.

Wenn größere mikroskopische Körner gut gefärbt sind, zeigen sie keine farbige Rinde, sondern sind durch die ganze Substanz hindurch gefärbt. Kleine Körperchen sind oft so intensiv gefärbt, daß auch für sie angenommen werden muß, daß sie durch und durch gefärbt sind. Bei guten Färbungen werden daher die Farbstoffe in die *Poren* der festen Masse eingedrungen sein und die Beschaffenheit dieser Poren wird die Art des besonders wirksamen Farbstoffs mit bedingen. Differenzen in der Porengröße werden bei Fischers Versuchen eine Rolle gespielt haben und so kann es auch bei den Biondifärbungen von Retzius gewesen sein, da es sich um eine Veränderung des Volumens identischer Körner oder Körnerreste handelt.

Für die Verschmelzung der Gameten hat Retzius nur zwei Abbildungen gegeben. Die eine von Parechinus ist Fig. 4 B S. 29 reproduziert. Sie paßt durchaus nicht in das Schema der mitotischen Teilung hinein. Der Kern ist zwar groß und scheint sich teilen zu wollen, aber das Chromatin ist nur rot gefärbt, die Zentrosomen liegen dem Kern noch ganz dicht an und der Kern hat noch eine deutliche Membran. Dafür, daß das Spermium in den Kern eingetreten ist, liegt, abgesehen von der Größe des Kerns, kein Anzeichen vor. Eine Beweiskraft für das Zusammenfließen der Gameten kann dieser Figur nicht zugesprochen werden. Die zweite Figur reproduziere ich hier.

Die Figurenerklärung dieses von Ascaris stammenden Bildes lautet:

„Partie eines Eies mit einem sehr großen Kern, „welcher offenbar den hier schon verschmolzenen beiden „Kernen (Eikern und Spermakern) entspricht. Über „ihm sieht man die sich eben teilende Zentrosphäre mit „zwei kleinen Zentralkörpern. Es handelt sich um ein „Hämatoxilinpräparat.

Figur 6.

Es wird also lediglich aus der Größe des Kerns gefolgert, daß die beiden Vorkerne sich bereits vereint haben müßten und sogar „verschmolzen" seien. Die Fig. 5 zeigt deutlich genug, daß eine Verschmelzung überhaupt nicht vorkommt und daß die Fig. 6 vielleicht in den Anfang jener Reihe, aber sicher nicht mitten in diese Reihe hinein gehört. Übrigens führt die Annahme, daß bereits eine Vereinigung der Vorkerne vorliege, dahin, daß behufs der Vereinigung die Kernmembran verschwunden sein müsse, sich dann im Stadium Fig. 6 wieder gebildet habe, um von neuem bei der Mitose zu verschwinden. Das widerspricht unserem sonstigen Wissen. Retzius hat den Beweis, daß die Gameten verschmelzen, also nicht geführt. Dagegen, daß sich die Kernsäfte vermischen, ist nichts einzuwenden.

VII. Das Verhalten der Chromatinbänder und der Chromiolen.

In der hier reproduzierten Figur 6 Taf. VII und Fig. 5 Taf. IX von Retzius finden sich die Übergänge der blauen großen in die roten kleinen Chromiolen und umgekehrt dargestellt. Die Vergrößerungen und Verkleinerungen dieser Körnchen sind bedeutend und treffen auf so eng aufeinander folgende Stadien, daß die Volumensänderung in sehr kurzer Zeit stattfinden muß. Ich deute mir das Verhalten so, daß vor der Teilung Fermentsubstanzen aus dem Protoplasma von den Chromiolen aufgenommen, daher durch die Teilung den Tochterzellen gleichmäßig zugeführt werden. Nach der Teilung gehen die Fermente wieder an das Protoplasma und die Chromiolen werden entsprechend verkleinert, doch scheint eine volle Entlastung nur in den Furchungszellen einzutreten. Das alles ist freilich nur meine Vermutung, aber es ist besser etwas als nichts über solches Geschehen zu denken. Die Annahme fordert, daß sich die adsorbierten Fermente verändern müssen, um wieder frei zu werden. Solche Veränderung hat Porter (74) gefunden. Rubner (80) findet, daß es neben den spaltenden auch synthetisierende Fermente in den Zellen gibt; das Gleiche ist übrigens wohl gültig für das Ferment, welches aus Amylon Zellulose bildet.

Flemming (37) gibt in seiner Fig. M und 41 die Kernteilungsfigur einer Zelle vom Salamander, in der entsprechend seiner Bemerkung S. 217 ein Chromatinband etwa 100 und weit

mehr Chromiolen enthalten muß. Eisen (28) gibt für den Frosch Batrachoseps 432 Chromiolen an, die in Abteilungen gruppiert sind. Häufig werden die Chromiolen überhaupt nicht gezeichnet, wohl weil für deren Sichtbarkeit sehr gute Konservierung und scharfe Färbung erforderlich ist, auch wohl, weil sie in ihrer Kleinheit manchmal an der Grenze der Leistungsfähigkeit des Mikroskops stehen.

Die Mehrzahl der Forscher scheint Boveri zu folgen, dessen sehr eingehende Studien die Constanz der Zahl der Chromatinbänder in den verschiedensten Zellen der gleichen Art und durchstehende Zahlenverschiedenheiten zwischen verschiedenen Arten festgestellt haben. Eine Ratio zwischen Zahl der Bänder und Komplikation des Aufbaues läßt sich freilich nicht befriedigend erkennen, auch müssen ja die Bänder kürzer und zahlreicher werden, wenn die Zellen klein sind, um auch dann noch den erforderlichen Platz für die Spaltung und Dehiscenz der Bänder zu gewinnen. Daß den Zahlen der Bänder Bedeutung zukommt, kann schon deshalb, weil sie konstant sind, nicht verkannt werden. Boveri bezeichnet (38, S. 710) die Chromatinbänder als „Elemente" für die Vererbungsvorgänge. Es hat sich aber schon Weismann genötigt gesehen (3, S. 192), die Bänder für verschiedene Anlagekomplexe in mehrere Abschnitte geteilt zu denken. Da ist es doch gegeben, sich an die Chromiolen, als an etwas in Wirklichkeit Vorhandenem zu halten; deren Zahl ist groß genug, um allen ersichtlichen Bedürfnissen zu genügen.

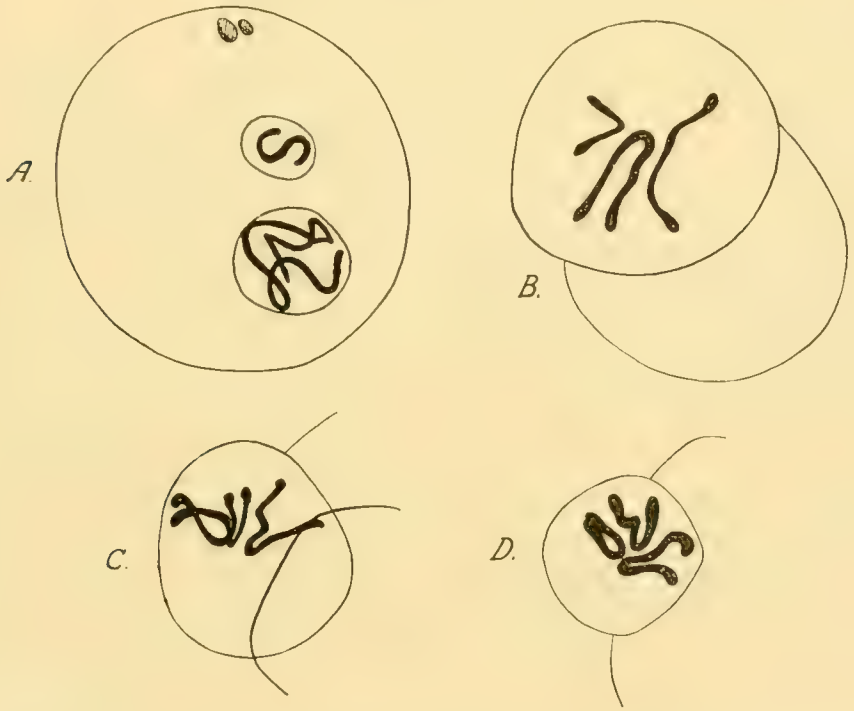
Boveri hat entdeckt, daß zwei Abarten von Ascaris megalocephala existieren. Die Geschlechtskerne der einen, häufigeren Art zeigen zwei Chromatinbänder und werden als bivalens bezeichnet, gegenüber der anderen Abart, die nur ein Chromatinband nach der Reduktionsteilung zeigt und deshalb als univalens bezeichnet wird. Beide Abarten können im Pferdedarm nebeneinander vorkommen und ihre Mischung ist entwicklungsfähig. Dies haben nun Herla (39) und Zoja (40) ausnutzen können und sie haben die folgenden Bilder (Fig. 7) bei ihren Untersuchungen gewonnen.

A. zeigt das Ei von Ascaris bivalens in der Befruchtung durch das Spermium von A. univalens. Hier ist zwar nicht ersichtlich, daß das Spirem des Eikerns aus zwei Chromatinbändern besteht, aber ein Blick auf Fig. 4 wird zeigen, daß in den Kernen von A. bivalens die zwei Chromatinfäden mit voller Deutlichkeit hervortreten. In B. ist das Stadium von zwei Furchungszellen dicht vor der Teilung gezeichnet, man sieht die drei Chromatinbänder des Bastards. In C. und D. sind weitere Teilungsstadien mit den charakteristischen drei Bändern gezeichnet, für D. werden 12 Furchungskugeln angegeben.

Seitdem Ed. van Beneden das wegen Durchsichtigkeit bei Imprägnierung und der geringen Zahl von Chromatinbändern so günstige Objekt der Ascaris megalocephala auffand und bearbeitete, wußten wir, daß Spermium und Eikern bis zur vollendeten ersten Furchung unverschmolzen zu bleiben pflegen. Wegen des Ruhestadiums des Kerns, bei dem die Chromatinbänder sich der Verfolgung entziehen, erschien eine weitere Aufklärung des Verhaltens unmöglich. Durch den vorgelegten Fall wird aber völlig klar gezeigt, daß auch bei den weiteren mitotischen Teilungen eine Verschmelzung der geformten Kernteile nicht stattfindet und nicht stattgefunden haben kann, denn es tritt

immer wieder das für univalens charakteristische Spermiumband, sowie das für bivalens bekannte Doppelband in jeder Teilung auf. Eigentlich läßt überhaupt die numerische Constanz der Chromatinbänder, wie sie Boveri festgestellt hat, eine Verschmelzung nicht zu, denn wie sollte sich aus der verschmolzenen Masse immer wieder die gleiche Zahl von Bändern entwickeln können? Sollte gesagt werden, es sei denn doch eine Verschmelzung und nachheriger so regelmäßiger Zerfall denkbar, so sollte man einen solchen Einwand mit Stillschweigen passieren lassen. Immer kann gesagt werden, eine solche Beobachtung dürfe nicht verallgemeinert werden, als ein Einzelfall gegenüber der Unmasse sonstiger Fälle. Was in ganz besonders günstigem Fall erkannt werden kann, darf d o c h verallgemeinert werden, so lange nur ungünstige Verhältnisse und nicht etwa positiv abweichende Befunde der Verallgemeinerung entgegenstehen.

Figur 7.



Übrigens haben Rücker und Häcker bei Copepoden ein ähnliches Verhalten der Gameten, also deren dauernde Trennung aufgefunden. Häcker gibt (12) u. a. die folgenden Abbildungen verschiedener Furchungsstadien einer Cyclopsart (Fig. 8).

Man sieht hier überall in den Furchungszellen des Eies bei geeigneter Lagerung zwei getrennte Massen von Chromatinbändern. Diese Trennung wird so gedeutet und muß auch so gedeutet werden, daß sich zwar das geformte Chromatin von Ei und Spermium dicht aneinander legt, aber n i c h t v e r s c h m i l z t. Die Trennung wird auch noch in später gebildeten

Zellen des Tieres gefunden, indessen dürften hier die vorgeführten Beispiele genügen. Häcker führt noch einige andere Befunde an und sagt (3, S. 83): „Angesichts aller dieser Befunde „wird man also die Befruchtung nicht, wie dies früher üblich war, als einen Verschmelzungs„prozeß bezeichnen dürfen, vielmehr handelt es sich offenbar um die Schaffung eines zwei„kernigen Zustandes, um die Paarung zweier Kerne meist verschiedener Abkunft in einer ein„zigen Zelle."

Figur 8.

Cyclopseier in verschiedenen Stadien der Kernteilung.

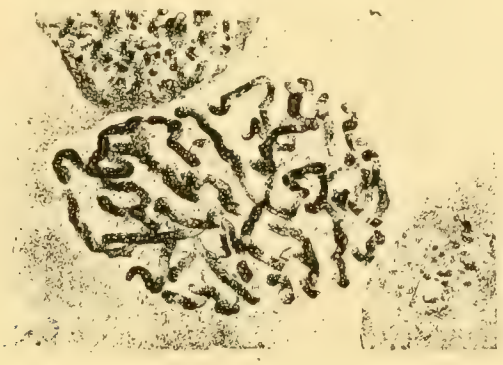
Es kann hier nur die Einführung der geformten Substanz zweier Gametenkerne gemeint sein, denn die anderen Substanzen der Kerne mögen sich mischen. In dem übrigens sehr sorgfältig angeordneten Werk von Häcker wird nur auf das früher also vor 1911) „Übliche" bezug genommen. Das Werk von Ed. van Beneden 1883 wird nicht einmal zitiert und doch hatte dieser schon die Anlagerung der Gameten aneinander zum Ausgangspunkt seiner, allerdings nicht haltbaren sexuellen Erklärung des Fehlens der Verschmelzung genommen. Ich habe dann (9. 1885. S. 745) geschrieben: Für den Fall, daß . . . die einzelnen Körner jetzt Chromiolen genannt) als solche bestehen bleiben, würde . . . in jeder Zelle des Körpers noch der Träger der Vererbung beider Eltern in gleichem Maße mit mathematischer Notwendigkeit vorhanden sein müssen. Ich habe also schon damals über die „übliche" Anschauung so weit hinausgehen müssen, wie man noch heute nicht gekommen ist. Der neuere Fortschritt wird doch wohl mit Unrecht als so überwältigend groß eingeschätzt, daß alles ältere einfach gestrichen oder gar als neueste Errungenschaft hingestellt werden könnte.

Daß sich die strukturierten Teile des Kerns, also namentlich die Chromiolen durch das Ruhestadium des Kerns hindurch erhalten müssen, ist ein Verstandesschluß. Diese Formen dürfen wir als mindestens sehr ähnliche chemische Mischungen anerkennen. Wie aus diesen Substanzen, wenn sie sich behufs der Verschmelzung gelöst haben, wieder die Chromatinbänder univalens und bivalens sollten entstehen können, ist absolut unverständlich. Es bleibt aber doch erwünscht, die Chromatinbänder und Chromiolen so weit durch das Ruhestadium des Kerns zu verfolgen, wie es zur Zeit möglich ist.

Die Frage war beunruhigend, ob der Faden des Spirems kontinuierlich verläuft, oder ob die Trennung in die Bänder sofort da ist.

Ich gebe hier die mit reinem ultravioletten Licht aufgenommene Photographie einer in Chromosmiumessigsäure erhärteten Epithelzelle der Kieme einer Salamanderlarve. Fig. 9. Das Chromatin ist nicht gefärbt, hat aber in so starker Weise das ultraviolette Licht absorbiert, daß theoretisch die Beobachtung fast doppelt so weit reichen kann, als bei gewöhnlicher Beleuchtung. A. Köhler (43) hat das Bild mit Quarzlinsen und Kadmiumlicht aufgenommen. Wie mir scheint, läßt sich erkennen, daß das Chromatinband mehrfach, ich würde sechsmal zählen, unterbrochen ist. Es ist unwahrscheinlich, daß das Band, das vor dem Beginn der Teilung steht, noch zu einem langen Faden zusammenwachsen sollte. Würde es ursprünglich kontinuierlich gewesen sein und hätte es sich dann erst in die einzelnen Bänder zerlegt, so würde

Figur 9.



diese Zerlegung wohl nicht so äußerst unregelmäßig erfolgt sein, wie es doch die Figur erkennen läßt. Vorläufig glaube ich daher sagen zu dürfen, daß das Spirem aus unregelmäßig durcheinander gewundenen Fadenstücken besteht.

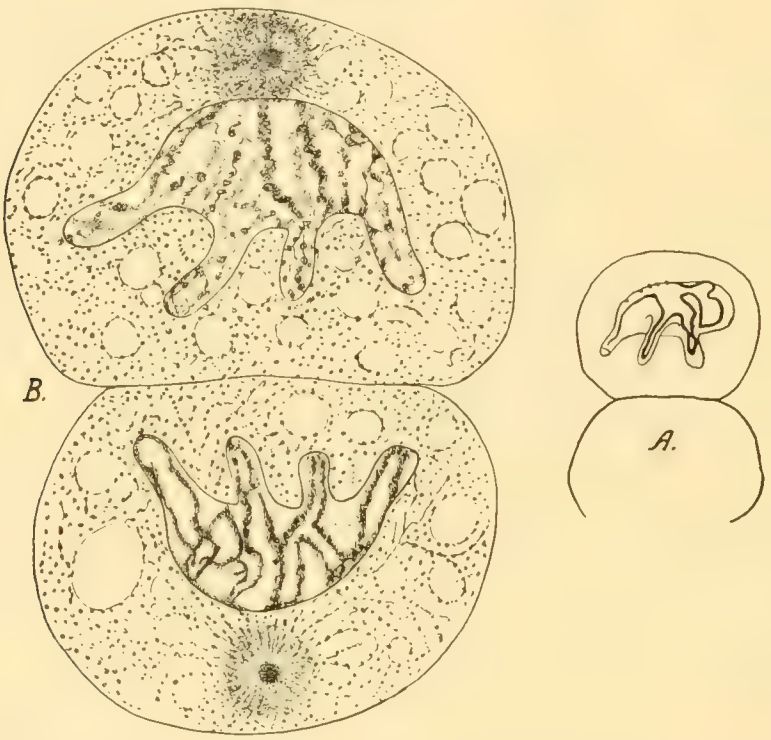
Im Endstadium der Teilung sondern sich bei Ascaris, wie Fig. 5 F S. zeigt, die vier Chromatinbänder in der Form von Blasen, um sich darauf, vergl. Fig. 5 G, zu einem Kern zu vereinen, der aber zunächst nicht rund ist, sondern Fortsätze in das Protoplasma hinaus treibt. O. Zacharias (44) ist Gegner der Ansicht, daß die Chromatinbänder durch die Teilungsperioden hindurch unverändert bestehen bleiben, er erwähnt aber nicht die das Gegenteil beweisenden Beobachtungen von Herla und Zoja, sowie von Rücker und Häcker. Er behauptet, daß in der genannten Teilungsperiode nur ein Chromatinband bestehe und gibt zum Beweise die hier reproduzierte Abbildung Fig. 10 A.

Das dem Stadium und der Lagerung genau entsprechende Bild hat Retzius auf seiner Taf. XIII Fig. 4 gegeben und auch dies ist in Fig. 10 B hier reproduziert. Diese Abbildung zeigt in der unteren Furchungskugel einen langen, höchst komplizierten Verlauf der Chromatinmasse. Ob das Band verzweigt oder unterbrochen verläuft, ist selbst bei dieser starken Vergrößerung nicht zu entscheiden; soviel ist jedoch klar, daß die Verhältnisse nach Retzius' Zeichnung sehr viel verwickelter liegen, als nach dem Bilde von Zacharias. Dadurch wird eine Entscheidung über den Sachverhalt verhindert. Jedenfalls ist sicher, daß die Chromatinbänder im

Ruhestadium des Kerns sehr durcheinander verlaufen. Wenn solche Fortsätze, wie sie Retzius und noch mehr ausgeprägt Eisen (88) zeichnet, bei Abrundung des Kerns *eingezogen* werden, so muß notwendig für das Auge eine starke Durchwirrung der Chromatinbänder im Kern entstehen.

Das Entstehen und Vergehen gewisser Nucleolen ist häufig kaum anders zu deuten, als daß sich in ihnen Chromatinsubstanzen sammeln. Wenn dabei die Chromiolen noch selb-

Figur 10.



ständig bleiben, so müßte der Nucleolus körnig erscheinen. Das ist meines Wissens nicht beobachtet worden, aber da meistens nicht einmal in den Bändern die Chromiolen gesehen werden, ist das Bedenken, daß man sie in den Nucleolen nicht erkennt, von nicht zu großer Bedeutung. Die Nucleolen enthalten zuweilen Vacuolen, vor der Teilung verschwinden sie und teilen sich nie. Fraglich ist, ob allen die gleiche Funktion zukommt. Eisen (28), der mit Iridiumchloridessig und besten optischen Hilfsmitteln arbeitete, findet im Hoden von Batrachoseps getrennte Gameten, aber, was mein Bedenken erregt, in einer Zeichnung ungleiche Zahl von Chromatinbändern. In der Kernruhe findet er die Chromiolen an der Kernhülle anliegend und unterscheidet Nucleolen, die das Linin liefern von solchen, denen die Chromatinbänder anhängen. Die Beobachtungen haben bis jetzt keine Zustimmung gefunden. Beachtenswert ist, daß in manchen Fällen, auf die Häcker (3, S. 63) näher eingeht, in den Zellen während der Kernruhe konstant zwei Nucleolen gefunden werden.

Das Bild wird auf die beiden Gameten in den Zellkernen, die sich während der Teilung des befruchteten Eies getrennt halten, bezogen.

Man könnte denken, es sei eigentlich die Frage nach der Formation, die die persönliche Vererbung trägt, erledigt, wenn sich die Chromiolen nicht auflösen und nicht verschmelzen, sondern nur bei jeder Zellteilung, vermittelt durch die Anordnung der Chromatinbänder in ihrer vollen Zahl in die Tochterzellen gelangen, einerlei wo sie liegen. Die Anforderung geht aber

Figur 11.

Blastomerenkerne im Ei von Cyclops viridis nach Häcker.

doch weiter. Die Mendelforschung fordert, daß mindestens in den Keimzellen die Masse der beiden Gameten voneinander örtlich trennbar bleiben muß. Die Lagerung der einzelnen Chromiolen aneinander mag dabei, selbst wenn ihre Funktionen sehr verschieden sein sollten, unbestimmt und zufällig sein können, wenigstens ist nichts bekannt, was das verwehren sollte.

VIII. Was ist Träger der persönlichen Vererbung?

Das Spermium trägt neben dem Kern eine Masse anderer Substanz in das Ei, eine Masse, die kaum geringer, oft viel größer ist, als der Kern im Kopf des Spermiums. Für höhere Pflanzen, z. B. für Lilium Martagon (3, S. 84) wird angegeben, daß der Pollenkern nackt in das Eichen eindringe. Der Botaniker Baur (6 A., S. 176) trägt kaum Bedenken für Chimären von grünblättrigen und weißblättrigen Pelargonium anzunehmen, daß von dem Vater her Chromatophoren an das Eichen des weißblättrigen Pelargoniums übertragen werden. J. Reinke (7, S. 456) tritt entschieden dafür ein, daß die Pollenkerne noch mit einer dünnen Plasmaschicht umgeben sein werden. Bei niederen Pflanzen ist der befruchtende Kern jedenfalls von Hüllen begleitet.

Bei den Tieren konnte man bisher nur von Befruchtung durch den Spermiumkern, dessen Hülle, dessen Centrosom und den von Meves jetzt als Plasmakonten bezeichneten geformten Bildungen reden. Die Erfahrungen über die Parthenogenese und damit über die Vererbung des Typus haben ergeben, daß einer der beiden Gameten dafür ausreicht und daß die mit dieser Zeugung verknüpften Unvollkommenheiten zu weit abliegen, um Rückschlüsse auf die Folgen des Fehlens eines oder des anderen Teils des Spermakomplexes zu ziehen. Die Beobachtungen der Befruchtungsvorgänge haben ergeben, daß der Schwanz des Spermiums für den Entwicklungsvorgang insofern bedeutungslos ist, als er bei gewissen Seeigeln oft überhaupt nicht mit in das Ei eintritt. In anderen Fällen wird er rasch aufgelöst oder wenigstens nicht mit auf die beiden Furchungszellen verteilt. Da kein Beispiel vorliegt, daß sich chemische Substanzen selbst vermehren können und ihre Masse im Keim im Laufe der Entwicklung durch die

Teilungen pro Zelle äußerst vermindert werden muß, kommt alles, was sich von Befruchtungssubstanzen auflöst, für die Vererbung nicht direkt in Betracht. Nur Strukturen können durch Neubildung — wohl unter Fermentwirkungen — und Ansatz ihres Baumaterials wachsen und sich folglich bis zum Ende der Entwicklung trotz aller Teilungen in jeder Zelle immer wieder unverändert vorfinden.

Die Plasmakonten, auf deren Vorkommen im Spermium und deren Erhaltung im Ei Meves (50, 51) großes Gewicht legt, dürften strukturiert sein. Darauf deuten wenigstens die verschiedenen Formen, die aus ihnen hervorgehen sollen. Guilliermond (52) sieht aus ihnen auch die Chlorophyllbildungen entstehen, von denen ja seit Schimper (53) bekannt ist, daß sie sich nur durch Teilung vermehren, nicht frei entwickeln. Da alle diese Formen im Protoplasma liegen, ist die gleichmäßige Verteilung auf die Tochterzellen nicht gesichert und um so mehr dem Zufall überlassen, je größer die Zahl erblicher Besonderheiten ist, die in Form von Plasmakonten repräsentiert sein müßten, wenn diese in Säure löslichen Körner die vererbenden Formen sein sollten. Sei es, daß bei der Zellteilung zu viel und zu wenig der Körper auf die Tochterzellen kommt, sei es, daß nach Bedarf im Lauf des Wachstums Gleichheit in den Zellen durch Teilungen der Plasmakonten hergestellt wird, in beiden Fällen fehlt jede Gewähr dafür, daß sich die persönlichen Eigenheiten vererben, d. h. gehörigen Orts richtig wieder auftreten. Die mitotische Teilung des Kerns kann allein diese Garantie für die geformten Substanzen des Kerns geben.

Bezüglich der Funktion des Kerns liegen lehrreiche und aussichtsvolle Versuche in neuer Richtung von O. Hertwig (45, 46), sowie G. und Paula Hertwig (47, 49) vor. O. Hertwig (46) hat nachgewiesen, daß Samenfäden von Rana fusca und viridis, die vorsichtig mit Methylenblau behandelt worden waren, zwar die Eier befruchteten und beweglich blieben, aber daß die Entwicklung dieser Eier ausgesprochen verzögert war und bald ganz stillstand, oder doch, wahrscheinlich dem Grade der Vergiftung entsprechend, zu mehr oder weniger mißbildeten Larven führte. Methylenblau färbt auch die Nerven, ist also kein ganz ausgesprochener Kernfarbstoff. Gegenversuche mit Rubin ergaben, daß dieser Anilinfarbstoff eine stark giftige Wirkung auf die Beweglichkeit der Spermien entwickelte. Trotzdem gelang es doch, mit Rubinspermium einige Eier zu befruchten, also mit einem Sperma, in dem gleichzeitig schon viele Spermien, die wohl in dem zerzupften Hoden der Rubinwirkung ein wenig stärker ausgesetzt gewesen waren, starr und unbeweglich gefunden wurden. Die befruchtenden Spermien müssen noch beweglich gewesen sein, aber sie standen doch schon unter der Giftwirkung; es zeigte sich, daß die durch sie befruchteten Eier sich genau ebensogut entwickelten, wie normal befruchtete Eier desselben Tiers. Daraus ist zu schließen, daß durch Rubin andere, für den Spermagameten als Helfer der Entwicklung *unwichtige* Bestandteile vergiftet wurden. Welche Bestandteile des Spermiums der Rubinwirkung unterliegen, ist vorläufig noch nicht ermittelt.

Daß der Zentrosomenkomplex des *Spermiums* für die Entwicklung entbehrlich ist, beweist das Vorkommen der Parthenogenese oder wenigstens die von Jac. Loeb zuerst festgestellte Möglichkeit von deren künstlicher Hervorrufung durch von außen wirkende chemische und osmotische Kräfte. Besonders belehrend ist die Erfahrung von Bataillon (54),

daß Froscheier durch Einstiche in den Eidotter zur vollen Entwicklung wenigstens bis zu den Larvenstadien gebracht werden können. Dies beweist einesteils den Dualismus, der zwischen Kern und Protoplasma besteht, denn zunächst wird das Protoplasma durch den Einstich gereizt und wirkt auf den Kern ein. Dieser, der sonst in Ruhe geblieben sein würde, teilt sich und seiner Teilung folgt dann wiederum die Teilung des Protoplasmas. Dann aber beweist es die Entbehrlichkeit des Zentrosomenkomplexes des Spermiums für die Entwicklung. Damit ist nichts über seinen Einfluß auf die persönliche Vererbung ausgesagt, nur für die Vererbung des Typus erscheint er entbehrlich. Der Beweis ist nur für den Frosch oder höchstens für die Fälle der Parthenogenese geführt. Man kann durchaus bezweifeln, ob er in allen Fällen der Zeugung zu führen wäre. Wenn das Gesagte für manche Fälle nicht gelten sollte, würde dadurch an der prinzipiellen Bedeutung der Erfahrung über die Entbehrlichkeit des männlichen Zentrosoms nichts geändert, denn es wird nicht verneint, daß das Spermazentrosom neben dem Eizentrosom noch andere Wirkungen entfalten kann.

Bezüglich der Wirkung von Ei- und Spermakern selbst verdanken wir den Bestrahlungsversuchen mit β und γ Strahlen, die O. Hertwig (45) angestellt hat, wichtige Erfahrungen. Die Teile wurden durch Radium und das stärker wirkende Mesothorium während genau bestimmter Zeiten, also nach der Intensität ihrer Wirkungen variierend, bestrahlt und in ihrem Verhalten verfolgt. Die Beweglichkeit der Spermien leidet nur bei sehr weit getriebener Exposition. Die Bestrahlung des während des ersten Furchungsstadiums befruchteten Froscheies schädigte die weitere Entwicklung um so mehr, je stärker das verwandte Radiumpräparat und die Dauer seiner Einwirkung war. Wurde Ei und Sperma jedes für sich bestrahlt und erst darauf die Befruchtung ausgeführt, so zeigte sich ein wesentlich gleiches Verhalten. Auch wenn nur entweder das Spermium oder das unbefruchtete Ei bestrahlt worden waren, trat die Radiumerkrankung ein. Es machte aber für den Ablauf der Entwicklung im großen und ganzen keinen Unterschied, ob das Ei bestrahlt und dann mit einem gesunden Spermium befruchtet wurde, oder ob umgekehrt ein normales Ei mit bestrahltem Spermium befruchtet wurde. Hertwig schließt daraus, daß durch die Radiumbestrahlung in erster Linie die Kernsubstanzen der beiderlei Geschlechtszellen affiziert werden. Wurde nur das Ei oder nur das Spermium bestrahlt, so erfolgte zunächst eine Verzögerung der Entwicklung, die rasch aufhörte, wenn die Bestrahlung intensiv, langsam nur, wenn die Bestrahlung schwach gewesen war. Die aus solchen Eiern entstandenen Larven waren etwas klein und schwach, bei lange dauernder Hemmung der Entwicklung (also schwacher Bestrahlung) in verschiedener Weise mißbildet. Hertwig erklärt dies Ergebnis so, daß die radiumkranke Kernhälfte schädigend auf die Entwicklung einwirkt, so lange ihre Krankheit dauert. Stirbt der Gamet ab, so hindert er nicht mehr die Funktion des gesunden Gameten, der dann wie bei rein parthenogenetischer Entwicklung arbeitet, einerlei ob er vom Ei oder vom Sperma herstammte. Die stark affizierte Eikernhälfte stirbt rascher ab, als eine weniger stark affizierte, daher ist erstere für die Entwicklung weniger nachteilig als letztere. Es dürfte somit, wie ich meine, auch klar gestellt sein, daß feste Kernsubstanz vergiftet sein muß und sterben kann, denn wäre der

Kernsaft das Vergiftete, so müßte die Schädigung der Vergiftungsintensität proportional verlaufen.

Daß die geformte Kernsubstanz wirklich durch die Strahlung verändert wird, hat Paula Hertwig für Ascaris (48) und später für das Froschei nachgewiesen. G. Hertwig hat (47) erkannt, daß der Kern aus einem stark bestrahlten Spermatium des Seeigels abseits im Dotter liegen bleibt, daher solches Ei auf die durch das Eindringen des Spermatiums gesetzte Anregung hin in rein parthenogenetische Entwicklung eintritt. Der Samenkern ist jedenfalls für die Konjugation unfähig geworden, hält sich aber noch einige Zeit in einer der Furchungszellen. Nach den Abbildungen gewinnt man den Eindruck, daß der kranke Gamet den gesunden nicht nur in seiner Funktion behindert, sondern ihn wirklich krankhaft verändert, aber eine sichere Entscheidung darüber dürfte noch ausstehen.

Die in diesem Abschnitt vorgeführten Tatsachen begründen die folgenden Ergebnisse:

1. Bei der Befruchtung handelt es sich primär um einen an Formen geknüpften, also morphologischen und nicht um einen chemischen Vorgang. Es ist selbstverständlich, daß auch das chemische Geschehen in der Zelle davon beeinflußt wird, aber das Entscheidende liegt in folgendem. Sollten die Chromatinbänder und Chromiolen verschmelzen, so müssen sie sich vorher auflösen. Wäre das der Fall, dann könnten in der Mischung neue Körper entstehen, die Formen dagegen wären ohne Bedeutung, da sie dann nur eine Art von kristallinischem Niederschlag, keine sich nach Art der Chloroplasten fortpflanzende Strukturen sein könnten. Die immer wieder behauptete Verschmelzung ist Glaubenssache, gesehen hat sie niemand, aber man hat sie als selbstverständlich betrachtet, weil aus den zwei Kernen einer wird. Die Befunde gehen seit Ed. van Beneden dahin, daß bei dem Vorgang der Befruchtung eine Verschmelzung der geformten Teile nicht stattfindet und zufolge der Beobachtungen von Herla, Zoja, Rücker und Häcker auch nicht stattfinden kann. Während des Ruhestadiums des Kerns erfahren dessen geformten Teile weitgehende Veränderungen bezüglich ihrer Größe, Färbbarkeit und Lagerung. Nach Retzius Abbildungen gehen kleine Körnchen des Kerns direkt wieder in Chromiolen über, doch zeigen meine Reproduktionen Fig. 5 B dies Verhalten weniger gut, als viele der farbigen Originalabbildungen. Im allgemeinen kann man die Formen nicht durch das Ruhestadium des Kerns ganz hindurch verfolgen. Ehe Flemming die Kernmitose entdeckte, mußte man fälschlich glauben, daß die Kerne sich während der Teilung auflösten, daher sind wir auch jetzt nicht berechtigt, aus einem Unsichtbarwerden der Chromatinbänder auf deren Auflösung zu schließen. Im Gegenteil, da wir jetzt sicher wissen, daß die Chromatinbänder in der gleichen Zahl ja sogar mit bestimmten Eigenheiten und Anordnungen immer wieder bei den Mitosen auftreten, fordert das wissenschaftliche Denken die Annahme, daß diese Formungen auch im Ruhestadium des Kerns genügend erhalten bleiben. Die Kernsäfte werden selbstverständlich verschmolzen. Meistens erkennen wir sowohl die typische wie die persönliche Vererbung an Formungen. Die Vererbung von z. B. der Bluterkrankheit kann gleichfalls von Formungen, die das Zusammenwirken von Fermenten quantitativ verändern, abhängen. Man kann darin aber auch eine chemische Ver-

änderung finden wollen, nur sehe ich nicht ein, wie eine Vorstellung für solchen Vererbungsvorgang zu gewinnen ist.

2. Alle Zellen tragen bis zu einem nicht näher festgestellten Stadium in ihren Kernen die beiden Gameten getrennt, folglich auch die wohl nur wenig veränderten Eigentümlichkeiten der bezüglichen Eltern, oder nach Mendel, auch der Großeltern. Wenn man das befruchtete Ei als schwanger bezeichnen darf, so sind noch alle Zellen, soweit sie sich mitotisch teilen und nicht erhebliche Mengen von Chromiolen eingebüßt haben, schwanger. Sie tragen in sich neben dem Vermögen den Typus auszubauen, die Fähigkeiten zur Entwicklung jener formellen Eigentümlichkeiten, die als persönlich vererbt zu bezeichnen sind. Es findet also dieser Vererbungsprozeß nicht nur im Augenblick der Schwängerung statt, sondern er setzt sich eine jedenfalls lange Wegstrecke hindurch in den somatischen und erst recht in den Keimzellen fort. In jedem homozygoten (reingezüchteten) Zellkern findet sich die Fähigkeit, den Typus zu bilden, mindestens doppelt vor; die Fähigkeit die besonderen Eigentümlichkeiten des einen Elters, deren Träger allein der eine Gamet ist, zu vererben, kann natürlich nur halb so stark vertreten sein. Auch diese kann, wie die Erfahrungen über die Radiumkrankheit vermuten lassen, durch den anderen Gameten beeinflußt werden. Es handelt sich also um eine, ganze Zellgenerationen treffende Schwangerschaft, nicht um eine Panspermie, sondern um eine Panküäsie.[1])

3. Der Spermakern kann ebensogut wie der Pronucleus des Eies allein für sich eine Entwicklung bewirken. Den beiden Gameten der Zygote fehlen Eigenheiten, die berechtigen könnten, noch von Männlichkeit und Weiblichkeit zu sprechen. Es verhält sich also auch bei den höchsten Organismen der Endvorgang der Befruchtung so, wie man ihn dauernd bei vielen Protisten findet, daß Kerne von Zellen, die weder als männlich noch als weiblich charakterisiert werden können, kopulieren. Die geschlechtliche Differenzierung tritt erst ein, wenn die Lebensart dies erfordert, wenn der Aufbau eine einfache Kopulation der vegetativen Zellen verhindert, oder wenn der als Ei funktionierende Schwärmling erst wachsen und chemotaktische Stoffe entwickeln muß. Jeder der Kerne vermag der Entwicklung der Art, was hier als typische Entwicklung bezeichnet werden soll, im Verein mit dem Protoplasma vorzustehen. Es ist so wie O. Hertwig (45, S. 867) in Übereinstimmung mit der von mir (8) allerdings mit einer Einschränkung immer vertretenen Ansicht sagt: „Das Ei von A. mit Samen von B. gekreuzt, ergibt dasselbe Mischungsprodukt wie das Ei von B. mit dem Samen von A.“ Diese Lehre wird namentlich durch Erfahrungen, die bei Bastardierungen gewonnen werden, gestützt. Für die Pflanzen fand sie schon Mendel, für die Tiere sind namentlich auch die Erfahrungen über die Radiumbestrahlung eine neue Stütze geworden. Für die tierischen Bastarde schien sie für Pferd-Eselbastarde nicht voll zu gelten. Settegast (56) gibt zwei etwas verschieden aussehende Abbildungen von Maultier und Maulesel und bemerkt, daß ein Unterschied in der Kopfbildung und in der Größe gefunden werde. Die Abbildungen scheinen mir nicht sehr beweisend zu sein. Auf meine Anfrage, was in dieser Richtung die Züchtungsver-

[1]) ἡ Κύησις — Die Schwangerschaft.

suche mit den beiden Kreuzungen in dem Hallenser Garten ergeben hätten, war Prof. Nathusius so freundlich mir zu schreiben, daß bei genauester Vergleichung kein bezüglicher Unterschied zwischen den dort gezüchteten Maultieren und Mauleseln gefunden werden könne. Die Verschiedenheiten, von denen ich in (8) berichtet habe, werden gelegentlich gefunden worden sein, aber sie werden wohl auf Zufälligkeiten beruht haben. Die Gleichheit beider Sprößlingsarten weist zwingend darauf hin, daß nur die beiden Gameten die Gestaltung des Sproß beherrschen, daß es also gleichgültig ist, welchem der Eltern das Eiprotoplasma angehört. Ich gestehe das Gefühl zu haben, daß wir nur noch nicht auf dem richtigen Weg sind, den Einfluß des Protoplasmas zu erkennen und daß doch ein solcher da sein wird. Ein Unterschied zwischen den beiden Gameten scheint nur insofern vorhanden zu sein, als bei Polyspermie die Spermienkerne sich nicht aneinander legen, sondern daß eine gewisse Anziehung nur zwischen Eikern und Spermakern vorhanden ist. Die Einschränkung, die ich dem oben zitierten Satz von O. Hertwig geben muß, ist die, daß, wie S. 26 erwähnt, wenigstens bei einigen Pflanzen eine Einwirkung des Eiplasmas auf das Resultat der Zeugung nicht geleugnet werden kann. Es kann also schon die Bedeutung des Protoplasmas für den Typus bei den dort genannten kleinen, fast persönlichen Eigenheiten der Pflanzen hervortreten.

IX. Die Erhaltung der Arten ohne Befruchtung.

Bei der ausgedehnten Vernichtung der Personen muß für ausreichenden Ersatz gesorgt sein, wenn nicht etwa die Arten im Aussterben begriffen sind. Es fällt auf, daß der Ersatz bei den niederen Organismen in mannigfaltigster Weise ermöglicht wird, während ausschließlich in den höchsten Stufen der Metazoen nur noch die geschlechtliche Fortpflanzung bleibt. Ein Teil der höchsten Pflanzen kann sich noch durch Ableger vermehren. Künstlich gelänge dies wohl bei allen Pflanzen; man kann aber auch nicht wissen, ob eine künstliche Parthenogenese bei Vögeln und Sängern als unmöglich zu gelten hat. Eine Erklärung für die Beschränkung der Zeugungsmöglichkeiten kann nicht darin gefunden werden, daß die Mutterzelle bei höheren Organismen für eine größere Anzahl von Teilungen ausreichen muß, als bei niederen, denn die Bäume erzeugen bei einiger Größe eine erheblich höhere Zahl von Zellen aus der befruchteten Mutterzelle, als die Säugetiere, und können sich doch noch durch Wurzelschößlinge fortpflanzen, so daß sie sich auf eine nicht zu bemessende Zahl von Zellen vermehren können, ohne einer neuen geschlechtlichen Zeugung zu bedürfen. Zunächst läßt sich nur sagen, daß der Aufbau der auf geschlechtliche Zeugung ausschließlich angewiesenen Tiere besonders fein gegliedert ist, daher die Mutterzellen die höchste Vollendung aufweisen müssen. Freilich kann das Amphibienei noch ohne Befruchtung den Organismus aufbauen, es sollen aber die parthenogenetisch erzeugten Larven kleiner und weniger energisch beweglich sein, als die geschlechtlich erzeugten. Möglich ist, daß diese Tiere schlecht oder gar nicht geschlechtsreif werden, aber das hat m. W. noch nicht festgestellt werden können. Es mischen sich übrigens parthenogenetisch zeugende so mannigfach zwischen nur geschlechtlich zeugende Genera, daß zunächst höchstens gesagt werden kann, es mache eine Abnahme der Tüchtigkeit der Zellen oder vielleicht nur des Kerns, früher oder später die geschlechtliche Zeugung erforderlich.

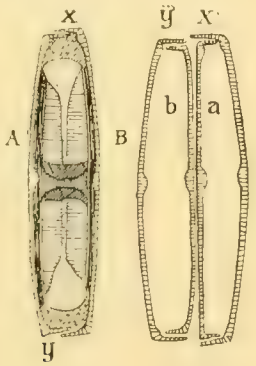
A. Die Zeugung durch vegetative Zellen.

Auf mannigfaltige Weise können sich vegetative Zellen an dem Vorgang, der mit dem etwas vieldeutigen Namen „Zeugung" bezeichnet wird, beteiligen. Dabei wird sehr häufig, wenn nicht stets eine geschlechtliche Zeugung interkaliert. Neben der Vermehrung durch einfache Teilung entwickeln sich Sprößlinge, die in gewissem Sinn als neue Bildungen bezeichnet werden können, obgleich deren Kerne die alten sind. Aus beliebigen Somazellen entwickeln sich Schwärmer oder Ruhezustände oder Knospen und aus besonderen Zellagen entstehen Sprossungen, die sich, wie bei höheren Pflanzen gar nicht oder sehr spät von der Wurzel trennen und selbständig werden. Die Embryonalzellen sind zu solchen Neubildungen geneigter und geeigneter als ältere Zellen. Es liegt kein Grund vor, auf die großen Verschiedenheiten solcher Bildungen und ihrer näheren Umstände hier einzugehen. Nur dabei möchte ich verweilen, daß in einer sehr isoliert stehenden Gruppe der Protophyten, bei den Diatomeen, schon sehr viele Arten der Zeugung, vielleicht alle mit Ausnahme des Generationswechsels, vertreten sind. Dieser findet sich dagegen bei vielen kryptogamen Landpflanzen in ausgezeichneter Weise.

Bei den Diatomeen läßt sich eine der notwendigen Todesgefahren, der ausgewichen werden muß, direkt erkennen.

Figur 12.

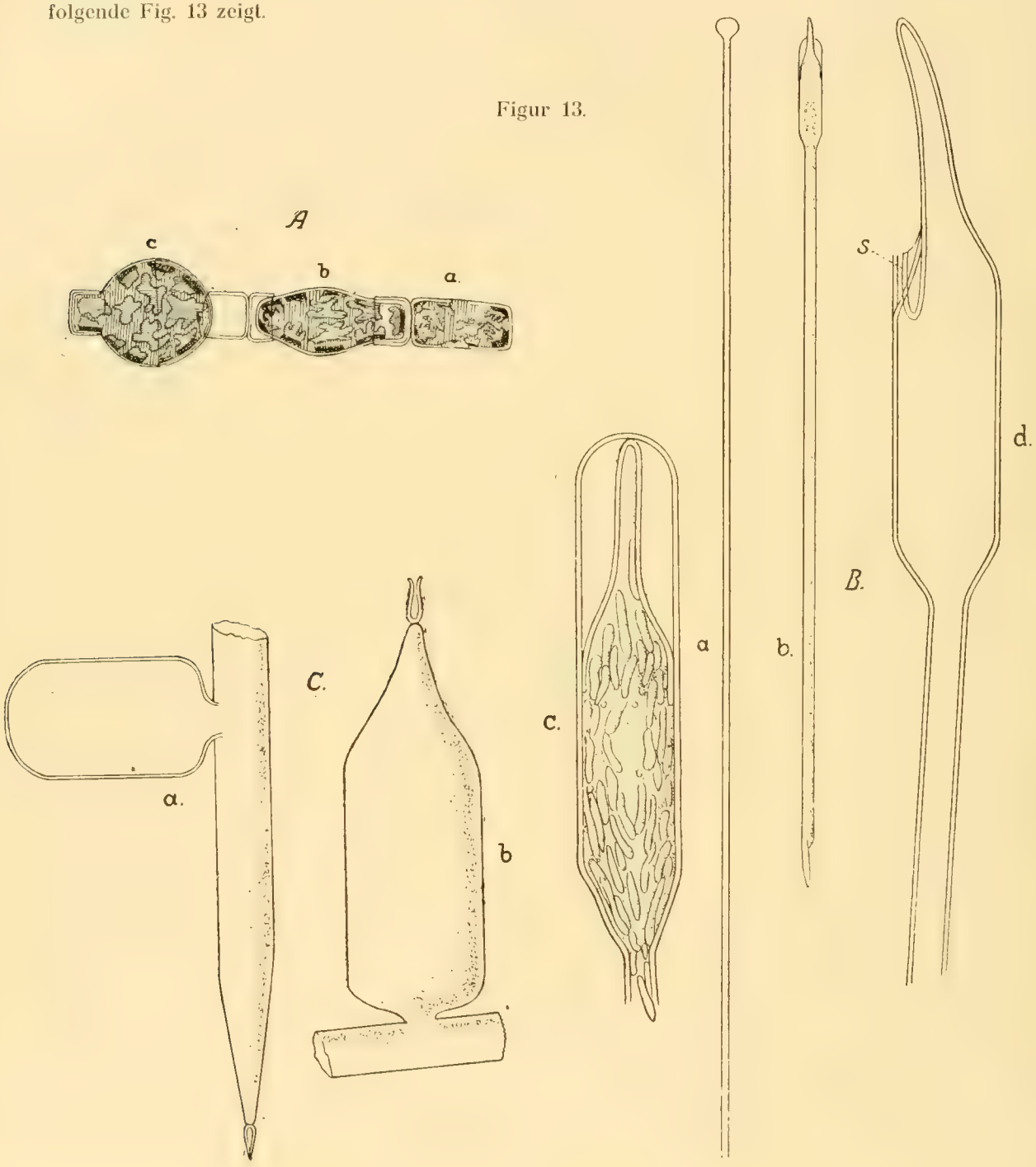
Teilung einer Diatomee.



Die sog. Gürtelbänder x und y verwachsen nicht, sondern greifen übereinander. Bei der Teilung entsteht für die Tochterzellen a und b nur innen die eine Längswand, die äußere Wand gehört der Mutterzelle an und kann bereits an vielen Teilungen beteiligt gewesen sein, ist also alt und starr, eines weiteren Wachstums nicht mehr fähig. Die neuen sog. Hauptschalen der Tochterzellen legen ihre neuen Hälften *innerhalb* der alten Gürtelbänder an. Daher müssen die jüngeren Generationen fortwährend kleiner werden, während die älteren Generationen wegen Vervielfältigung der Gefahren aussterben. Nach Mangin (57, S. 45) färben sich die Zellwände in den Zellreihen der Diatomeen mit Alaun-Hämatoxilin bei den alten Zellen weniger gut als die Wände der jungen Zellen. Auch abgesehen von solchen Schäden werden die Zellen schließlich so klein, daß sie den Anforderungen nicht mehr genügen können und Abhilfe erforderlich wird. Die Schnelligkeit der Verkleinerung hängt von der Dickwandigkeit der Gürtel-

schalen ab, aber selbst bei den Rhizosolenien, bei denen die Gürtelschalen sehr dünn sind, finden sich innerhalb der Arten sehr erhebliche Dickenunterschiede, wie solches auch die nachfolgende Fig. 13 zeigt.

Figur 13.



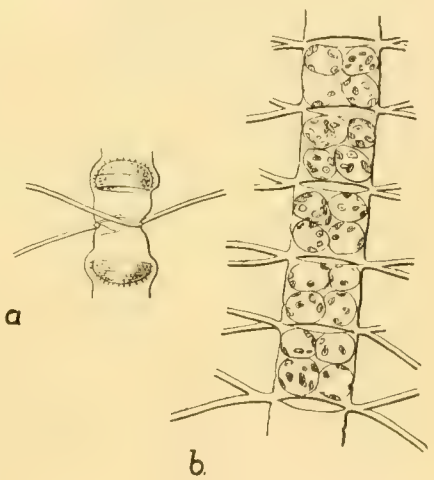
Der Schaden wird dadurch überwunden, daß sowohl auf ungeschlechtlichem wie auf geschlechtlichem Wege Auxosporen entstehen. Von ersterem Vorgang mögen die vorstehenden Abbildungen eine Anschauung geben.

A. Faden von Melosira. a) Wenig veränderte Zelle. b) Die Zelle hat die Gürtelbänder auseinander geschoben und wächst stark. c) Die Bildung der Auxospore fast vollendet. Nach Pfitzer. Fig. B. a) eine Zelle von Rhizosolenia alata, die an der Spitze nach Abwerfung der Hauptseite eine Vortreibung entwickelt. In dieser blasigen Vortreibung entwickelt sich, nachdem sie gewachsen ist, die Auxospore Fig. b. In Fig. c ist die Entwicklung der Auxospore mit dem charakteristischen fingerförmigen Ende, stark vergrößert. In d ist die Auxospore vollendet, man sieht den Dickenunterschied. Fig. C. Eine andere Rhizosolenie, bei der die Auxosporenentwicklung seitlich eintritt. Bei a tritt die Blasenbildung auf. In dieser hat sich bei b die Auxospore gebildet, in der sich später durch Teilung das andere Ende der Rhizosolenie bilden wird. Nach Schütt.

Das weitere Schicksal dieser Auxosporen ist meines Wissens noch nicht genügend verfolgt, es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich um die Vorbereitung für andere Prozesse handelt.

Es finden jedenfalls noch andere Formen der Vermehrung statt, so finden sich z. B. bei den Rhizosolenien auch noch eine Art von Dauersporen vor, doch wurden diese bisher recht selten beobachtet. Bei Chaetoceras werden sowohl Sporenbildungen wie auch Bildungen von Schwärmlingen beobachtet, wie die folgende Figur sie abbildet.

Figur 14.



a. zeigt Sporenbildung in Chaetoceras, wie solche am Ende der Wucherung bei den Küstenformen sehr regelmäßig und allgemein aufzutreten pflegen. Es ist bemerkenswert, daß diese Sporen immer in zwei Nachbarzellen in der Weise auftreten, daß die bedornten Seiten voneinander abgekehrt sind, also eine gewisse, freilich noch nicht aufgeklärte, gegenseitige Beeinflussung stattfindet. Aus solchen Sporen, die auf dem Boden liegen, treten zu Beginn der Wucherung, nach Untersuchungen, die Lohmann auf meinen Wunsch darüber anstellte, Zellen von unsymmetrischem Bau mit zusammengekrümmten Hörnern aus, die sich zunächst noch nicht zu vegetativen Zellen umwandeln, aber über deren weiteres Schicksal noch nichts ermittelt werden konnte. Es werden auch Schwärmlinge entwickelt, wie solche in b. nach Gran reproduziert worden sind. Dies Vorkommen ist zuerst von G. Murray (58) aufgefunden und dann von Gran (59) bestätigt worden. Die in meiner Figur 14 b gezeichneten Schwärmlinge teilen sich noch weiter, ihr späteres Schicksal ist zunächst noch unbekannt. Ich hatte für Coscinodiscen schon Ähnliches beobachtet, es hatten sich viele kleine Coscinodiscen in einer größeren Mutterzelle gebildet. Apstein (60) beschreibt den Vorgang etwas näher für das Küstenwasser vor Südwestafrika und findet S. 40, daß in 2 % der Coscinodiscen Schwärmlinge in der Höchstzahl von 64

vorkamen. Auch in diesen Fällen muß wohl daran gedacht werden, daß geschlechtliche Zeugungen vorbereitet werden.

B. Die parthenogenetische Zeugung.

Diese Art der Zeugung ist an das Ei oder doch an bestimmte Keime oder bei Pädogenese an eine Art von Keimdrüse gebunden. Es finden sich Fälle, in denen von den Eiern immer nur Weibchen erzeugt werden oder wo wenigstens bisher, z. B. bei gewissen Blattlausarten, ein Männchen überhaupt nicht gefunden ist. Auch für manche Infusorien ist bis jetzt die Notwendigkeit einer Befruchtung nicht erkennbar geworden; wird doch von Woodruff (61) berichtet, daß er in vier Jahren 2121 Generationen von Paramecium ohne Dazwischenkunft geschlechtlicher Zeugung erzielt habe. Übrigens handelt es sich dabei wohl nur um Teilungen, nicht um Parthenogenese. Bei dieser findet sich z. B. bei den Daphniden und den Rädertieren, daß zunächst eine Reihe von Weibchen durch geschlechtlich erzeugte Weibchen aus unbefruchteten Eiern erzeugt werden, schließlich aber entstehen aus solchen Eiern doch auch Männchen, zugleich entstehen der Befruchtung bedürftige Wintereier, mit denen der Zyklus abschließt.

Es geht dann, wie z. B. bei den Bienen in der Weise weiter, daß parthenogenetisch nur noch Männchen, dagegen bei geschlechtlicher Zeugung Weibchen entstehen, die Art sich also nicht mehr parthenogenetisch erhalten kann. Schließlich kann nur noch künstlich Parthenogenese erzielt werden; man möchte glauben, daß es mit der Zeugungsfähigkeit solcher parthenogenetischen Produkte schlecht bestellt sei.

Bei dem Generationswechsel folgen auf die geschlechtliche Zeugung ein oder mehrere parthenogenetisch oder durch Sprossungen gezeugte Generationen. Bei Equisetaceen und Farnen werden aus kleinen geschlechtlich zeugenden Pflänzchen, relativ gewaltige, parthenogenetisch zeugende Pflanzen geboren. In vielen anderen Fällen, z. B. bei den Acalephen entstehen aus befruchteten Eiern Larven, die aus sich ohne Hilfe eines Keimstocks durch Sprossung die geschlechtlichen Individuen zeugen und dabei selbst zugrunde gehen. Es lassen sich die Fälle einreihen, in denen auf dem Umwege einer gänzlich abweichend geformten Larve, wie bei den meisten Radiaten, unter Aufzehrung dieser Amme das Geschlechtstier entwickelt wird, so daß der Unterschied gegen die vorher angeführte Art des Generationswechsels nicht groß ist. Wir haben hier also eine Reihe von Übergängen, die von höchster Fruchtbarkeit zu beschränkter Fruchtbarkeit absteigt, die aber durch die Bedürfnisse, wie sie die Lebenslage, die Stoffarmut der Eier und anderes mit sich bringt, modifiziert wird.

X. Die Befruchtung und ihre nächsten Folgen.

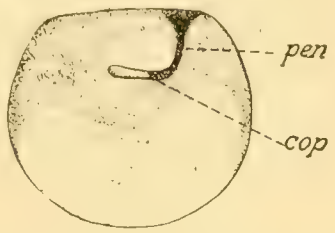
Der Befruchtungsvorgang ist zu zergliedern in: 1. Die Anregung zur Entwicklung. 2. Die Bildung einer neuen Person. 3. Die Verjüngung.

1. Die Anregung zur Entwicklung.

Die Anregung trifft das *Protoplasma* und geht von diesem auf den Kern über. Der Beweis dafür wird schon durch die künstliche Parthenogenese gegeben, doch führt die direkte Beobachtung noch etwas weiter. Es wurde schon durch van Bambeke (62) nachgewiesen, daß der

Weg des Spermiums im Froschei längere Zeit bestehen bleibt und die Wände des Weges etwas pigmentiert werden, was ja auf eine nicht nur mechanische, sondern auch auf direkte oder indirekte chemische Wirkung des Spermiums hinweist. Roux (63) hat den Vorgang weiter verfolgt. Fig. 15 gibt eine Darstellung eines befruchteten Froscheies.

Figur 15.



Das Spermium dringt zunächst eine Strecke gegen die Mitte des Eies vor, einerlei wo gerade der Eikern sich befindet. Dieser Weg in Fig. 15 mit pen. bezeichnet, wird Penetrationsbahn benannt. Dann tritt eine Schiebung von Pronucleus des Eies und Spermakern gegen einander ein, in der Figur mit cop. bezeichnet und als Copulationsbahn benannt. Daß die Penetration als Entwicklungsreiz wirkt, ist durch die schon erwähnten Versuche von Batailion (51) und die Untersuchungen von G. Hertwig (47) genügend erwiesen. Die Penetration setzt einen Wundreiz. Daß diesem ein gewisser, wenngleich nicht sehr starker Anreiz zur Teilung zukommt, ist durch Haberlandt (88) nachgewiesen. Er hat dies an Schnitten von Kartoffelknollen festgestellt. Für energischere Teilungen müssen dort noch Enzyme aus den sog. Leptombündeln zu Hilfe kommen. Ich schließe daraus, daß die Penetrationsbahn des Spermiums und die entsprechende Verwundung des Protoplasmagefüges nicht in jedem Fall zur Auslösung der Furchung genügen wird, doch tragen Spermium und Pollen Reizstoffe, wie zuweilen deutlich hervortritt. Das Betreten der Copulationsbahn kann je nach der Tierart kürzere oder längere Zeit auf sich warten lassen. Diese zweite Wanderung muß durch Kräfte bewirkt werden, die zwischen den beiden Kernen arbeiten.[1]) Wenn der Spermakern stark erkrankt ist, tritt er diese Wanderung nicht mehr an. Die geformten Substanzen der Kerne legen sich trotz dieser die Annäherung bewirkenden Kräfte nicht ganz dicht aneinander, es muß eine diese Anlagerung verhindernde Substanz oder Kraft vorhanden sein. Das Hindernis könnte durch die die Chromiolen umschließende Lininsubstanz gegeben sein. Auf Grund des Vorgangs bei der Längsspaltung der Chromatinbänder möchte man dieser eine mit größter Annäherung stark wachsende Abstoßungskraft zuerkennen, doch läßt sich darüber zur Zeit eine genügende Einsicht nicht gewinnen. Es folgen dann weiter die Kernteilungsprozesse, die mit Tätigkeiten im Protoplasma verknüpft sind. Bei der Konjugation der Protisten fällt freilich das Eindringen eines Fremdkörpers fort. Hier beginnt der Befruchtungsvorgang mit einer Tätigkeit des Protoplasmas, das die Zellhülle ausbaut, erweitert oder verläßt, dann tritt erst der Kern in sichtbare Tätigkeit. Die Anregung auf das Protoplasma könnte wohl durch Turgor der Zellsubstanz, also doch auch von außenher gegeben sein.

[1]) Burgeff (92) findet an Abarten von Mucor eine sehr ausgesprochene Polarität der konjugierenden Kerne.

Es ist die Meinung geäußert, daß das, der Befruchtung bedürftige, Ei zu träge geworden sei, um sich ohne Befruchtung zu entwickeln, und ihm daher nun nicht, ehe Fäulnis eintritt, genügende Zeit zu seiner Entwicklung verbleibe. Dagegen ist zu sagen, daß, wie ich berichtet habe (64), Eier des Kaninchens, die sich massenhaft in einem vom Uterus abgeschlossenen Eileiter vorfanden, zwar ein Wachstum und eine Art unvollkommener Teilungen zeigten, aber eine wirkliche Entwicklung nicht aufwiesen. Es finden sich auch in den Eisäcken mancher Fische, nachdem sie abgelaicht haben, noch restierende, vor Fäulnis geschützte Eier vor, aber auch diese sind nicht in die Entwicklung eingetreten. Daß die Entwicklung nach Penetration des Spermiums sich häufig sehr verzögert, ist unverständlich, aber in den Einzelheiten noch nicht näher untersucht. Der Fall tritt meistens bei den sog. Dauereiern ein, die undurchsichtig sind, findet sich aber auch bei den Dauersporen der Algen. Aus Bischoffs Entwicklungsgeschichte des Rehs wissen wir, daß das Ei, nach dem Durchlaufen gewisser Stadien, Monate lang im Uterus ruhend verbleibt und nach Fulton ist das Ei des Fischchens: Agonus cataphractus fast ein Jahr lang in Entwicklung, während es bei dem sonst nicht unähnlichen Ei des Herings unter gleichen Umständen schon nach 14 Tagen die Larve entläßt. Bei diesen Ruhezuständen müssen andere Vorgänge, als die Penetration des Spermiums, auch noch einen Anstoß zur Weiterentwicklung geben.

Die Erfahrungen über die Wirkung der Penetration werfen ein eigentümliches Licht auf die Selbstbefruchtung. Von Focke sind mit dem Namen „Pseudogamie" Fälle bezeichnet, in denen scheinbar eine Befruchtung erfolgt, in Wirklichkeit nur eine durch den Bestäubungsreiz ausgelöste parthenogenetische Entwicklung der Eizellen vorliegt. Baur (6 A, S. 226) führt solche Fälle für Kreuzungen von Rubusarten und von Erdbeeren an. Er erwähnt auch, daß Przibram von Mantisarten eine Art durch Anheften des Spermasacks einer anderen Art zu parthenogenetischer Entwicklung gebracht habe und Baur hält überhaupt dafür, daß die Pseudogamie in weiterer Verbreitung sich werde nachweisen lassen. Es ist kaum zu bezweifeln, daß es sich in diesen Fällen um die *Penetrationswirkung* des Spermiums gehandelt hat. Der Beweis wird dadurch geführt, daß die Nachkommen bei solchen Kreuzungen rein mütterlicher Form sind. Solcher Beweis kann aber bei Selbstbefruchtung nicht geführt werden. Daß in diesen Fällen der Eikern einen seiner Gameten abstößt und ihn durch einen Spermagameten ergänzt, haben Mendels Versuche gezeigt. Es steht aber zur Frage, ob nicht doch die Penetration das Wesentlichere bei der Selbstbefruchtung ist.

Es wird dem Sperma eine Kontaktwirkung zugeschrieben, so von Herbst (85) bei gewisser Spätbefruchtung von Seeigeleiern und namentlich von Tschermak (86) auf die Eischalen von Kanarienvogelbastarden. Für diese merkwürdige Tatsache ist bis jetzt eine Erklärung nicht gefunden.

2. Die Neubildung einer Person.

Neuformungen alter Substanzen können ohne Befruchtung gebildet werden, aber eine neue Person entsteht nur durch Fremdbefruchtung. Bei der Parthenogenese pflanzt sich die alte Substanz und der alte Kerninhalt fort. Allerdings machen es die Mendel-

studien für die Fälle der Parthenogenese, in denen zwei Richtungskörperchen ausgeschieden werden, wahrscheinlich, daß entweder der mütterliche oder der väterliche Kernbestand ausgestoßen wird, aber dann ist es doch noch immer die mütterliche oder die väterliche Person, die fortwächst, zwar reiner, als sie früher gewachsen war, aber, wenn auch einseitiger, so doch immer die alte.

Bei der Befruchtung treten Mittelstück und Protoplasma des Spermiums in das Eiprotoplasma ein. In diesem erhalten sie sich noch nach Meves (50, 51), so weit verfolgt, selbständig. Die Masse dieser Substanzen ist verhältnismäßig zur Eimasse sehr gering. Daß diese Dinge mit der persönlichen Vererbung zu tun haben könnten, ersehe ich nicht. Da bei vielen Protisten, wie die folgende Abbildung zeigen möge, das ganze Protoplasma in die Zeugung eingeht, aber schon bei gewissen Algen, z. B. bei den Vaucherien die Spermien sehr klein sind, bei den höheren Organismen bei ihnen die Protoplasmamasse gewaltig, bei den Phanerogamen, wie es scheint, ganz zurücktritt, kann auf die Begleitsubstanzen des Spermiums kein großes Gewicht gelegt werden. Wie erwähnt, kann auch das Zentrosom des Spermiums keine sehr große Bedeutung haben, weil es bei der Parthenogenese fehlt. Nach Kautsch (65, S. 218) wird bei gänzlichem Fehlen eines Zentrosoms bei Ascaris die Teilungsrichtung des Kerns regellos.

Zunächst möge ein einfachster Fall geschlechtlicher Zeugung vorgelegt werden.

Figur 16.

Die Copulation von Cocconeis pediculus. Nach Joh. Lüders (66).

Die Schalen von zwei nebeneinander liegenden Cocconeis werden auseinander gedrängt. Dann fließen die Inhaltsmassen gegeneinander, um sich weiterhin zu einem Klumpen mit einem Kern zu verbinden. Schließlich entsteht daraus eine große Auxospore. Ich halte es für möglich, daß Kernmasse ausgestoßen und nur übersehen worden ist. In einem anderen, hier nicht reproduzierten Bilde von Achnantes findet sich tatsächlich eine ausgestoßene Masse neben der Auxospore. Solche Massen könnten auch im Protoplasma resorbiert werden. Häufig werden bei den Diatomeen durch die Kopulation zwei Auxosporen gebildet. Über das weitere Schicksal dieser geschlechtlich erzeugten Auxosporen ist bisher nichts bekannt geworden.

In dem neugebildeten Kern treten zwei alte Kernsubstanzen, das Protoplasma ihrer Zelle durchdringend, zusammen, das gibt sowohl empirisch wie auch theoretisch etwas Neues. Wenn angenommen werden darf, daß sich unter Mitwirkung des Protoplasmas an den festen Kernsubstanzen Fermente adsorbieren, sich verwandeln und wieder lösen, so wird sich eine Abänderung dieser Vorgänge gegenüber den Mutterkernen ergeben, wenn die adsorbierenden Bestandteile anders beschaffen und kombiniert sind, als die des Mutterkerns. Wenn, wie anzunehmen ist, die Chromiolen die Vererbung tragen, so beweisen die Erfahrungen über die

typische und persönliche Vererbung, daß die Chromiolen der meistens in konstanter Zahl vorhandenen Chromatinbänder erhebliche Verschiedenheiten haben müssen.[1])

Den Chromiolen muß ein Aufbau etwa aus Nägelischen Micellen zugeschrieben werden. Kristalle können sich nicht so gleichmäßig teilen und wieder aufbauen, wie dies die Chromiolen tun. Die einmal vorhandenen Strukturen dienen, ähnlich wie bei Kristallen und Chloroplasten, als Grundlagen, die nach jeder Teilung wieder neu ausgebaut werden, also mit ihren Porenweiten, ihren Flächen und vielleicht mit den chemischen, die Adsorption beherrschenden Mannigfaltigkeiten, wie sie so kompliziert gebaute Stoffe, z. B. die Nucleine, die Lecithine, aufweisen können. Nach diesen Dingen und zugleich nach Zahl, Größe und Anordnung werden also von Zelle zu Zelle übergehende, folglich erbliche Besonderheiten in den Chromatinbändern vorhanden sein. Sie werden auf die Fermente und damit auf den Stoffwechsel, auf Aufbau, Wachstum und Zahl der Zellen ihren quantitativen und qualitativen Einfluß haben. Die ursprünglich in den Chromiolen vorhandene Substanz muß durch Teilungen und Stoffwechsel bald vollständig verbraucht sein, es kann nur die Struktur sein, die sich fortpflanzt und vererbt. Dem großen Bedarf an Erblichkeitsträgern (deren de Vries nach [3, S. 277] eine Summe von Tausenden verlangt) können die Chromatinbänder, wie schon Weismann betont hat, unmöglich genügen. Es wurde daher daran gedacht, den Bändern Abteilungen zuzuschreiben (3, S. 192) die als Erbträger verschiedener Art gedacht wurden.

Kleine Unterschiede in der Größe der Chromiolen werden ohne Bedeutung sein, denn die Chromiolen bestehen noch aus einer so großen Zahl von Molekülen, daß der Ansatz von einigen Molekülen mehr oder weniger gelegentlich der Teilungen nicht genau reguliert sein kann. Die Anzahl gleichgebauter Chromiolen kann dagegen sehr wohl für die Dominanz des einen oder des anderen Erbfaktors bestimmend werden. Die Struktur und Adsorptionsart kann wohl nur durch die Beziehungen zu den im Protoplasma vorhandenen chemischen Stoffen, vor allem zu den Fermenten erschlossen werden. In dieser Beziehung scheint mir ein Ausspruch von Loeb über Bastardierungsversuche an Radiaten und Fischen von Interesse zu sein. Loeb (67) sagt: Wenn der Unterschied zwischen Sperma und Eikern eine gewisse Größe überschreitet, ist der Spermaeinfluß völlig oder nahezu völlig vernichtet und das Resultat ist eine mütterliche Form, die aber mehr oder weniger krank ist. Die Entwicklung wird sehr verzögert. M. E. dürfte hier die unpassende Beschaffenheit der Spermachromiolen dem Eiplasma gegenüber die Störung verursachen. Diese kann dann den parthenogenetischen Sproß krank machen. Hinzu kommt, daß die histologischen Studien von G. und P. Hertwig (47, 48, 49) über die Radiumerkrankung nicht eigentlich eine Abnahme der Chromatinsubstanz erkennen lassen. Eine Abnahme würde auch kaum so sehr schädigend wirken können. Eine Veränderung der Struktur der Chromiolen, etwa ein Zusammenschmelzen, will mir für jene

[1]) Anmerkung. Korschelt und Heider (2, S. 699) schreiben mir, trotzdem sie meine Arbeit (9) zitieren, fälschlich die Ansicht zu, daß ich eine chemische Vererbung verteidigte. Im Gegenteil habe ich dort die auch von ihnen vertretene gegenteilige Ansicht schon 1885 so weit ausgebaut, wie es bis heute noch außer von mir von Niemanden geschehen ist.

Fälle nicht wahrscheinlich erscheinen; dagegen könnten wohl die *adsorbierenden* Eigenschaften durch die Bestrahlung verändert worden sein.

Die von Boveri aufgefundene Diminution der Somazellen wird einen Ausfall von nicht mehr dienlichen Chromiolen bewirken. Die Diminution muß freilich außerordentlich genau geregelt sein, da die Körperformen sich so genau zu vererben pflegen. Ob Längsteilungen der Chromiolen der somatischen Zellen stattfinden, ist bisher nicht ergründet.

3. Die Verjüngung. Schlackenlehre.

Es liegt nahe, zu denken, daß durch die geschlechtliche Zeugung eine Verjüngung stattfinde, aber, wenn man von der empirischen Tatsache absieht, ist der Beweis für die Notwendigkeit dieses Erfolges nicht ganz einfach zu führen.

Ich habe die Hypothese aufgestellt (10) daß das, was ich als Schlacken bezeichnet habe, mit der Zeit das Altern bewirke, vergl. S. 19. Daraus folgt, daß die Verjüngung in der Regel mit einer mehr oder weniger vollständigen Entfernung der Schlacken verbunden sein muß. Die Vorgänge der Befruchtung beweisen, daß es sich dabei nur oder wesentlich nur um eine Entfernung der Schlacken des Kerns, der dabei eine so hervorragende Rolle spielt, handeln kann. Da bei der Parthenogenese auch eine gewisse Verjüngung zugegeben werden muß, wird auch dabei eine, wenngleich unvollkommenere Entfernung der Kernschlacken stattfinden müssen.[1])

Es wird zunächst eingewendet werden, daß Kernschlacken überhaupt nicht nachgewiesen seien. Direkt einen Schlackenüberzug der Chromiolen zu sehen, dürfte außerhalb der Leistungsfähigkeit des Mikroskops liegen. Indirekte Beweise, z. B. eine Veränderung der Färbbarkeit könnten vielleicht möglich sein, aber solcher Beweis dürfte anfechtbar und daher nie ganz sicher sein. Es kommt daher hier darauf an zu verfolgen, wie weit die an sich mindestens mögliche Annahme eines Ansatzes und einer Adsorption von Schlacken an den Kern für die Tatsachen die bisher vermißte Erklärung geben kann. Ferner ist zu ermitteln, ob sich Bedenken oder Tatsachen finden, die die Hypothese unmöglich machen. Ich habe keine solchen gefunden. Selbst wenn schließlich die Hypothese verworfen werden müßte, erscheint mir solche Durcharbeitung des großen Materials in genanntem Sinn für weitere Fortschritte von Wert, denn es wird dabei gezeigt, was zu verlangen wäre.

Ich betrachte freilich die schon mitgeteilten Erfahrungen der Hertwigs über die Radiumerkrankung des Kerns und namentlich dessen Erkrankung durch Imprägnation mit Methylenblau für eine Art von Erfahrung zugunsten der Schlackenhypothese, aber darüber läßt sich streiten. Im allgemeinen werden harzige, teerartige, keratinige, chitinöse, holzige, cholesterinartige Stoffe und Ähnliches solche Schlackensubstanzen sein. Als Niederschläge werden sie sich an die festen Substanzen des Kerns, also namentlich an die sich nicht auflösenden

[1]) Für die erste Reduktionsteilung gibt Schlackenentleerung eine bessere Erklärung, als die bisherige: Verhinderung zu großer Kerne. Der Zwang zur Reduktion muß in einer Anregung des Kerns zur Teilung gegeben sein. Daß Zellteilung durch Reize, also wohl durch Reizstoffe, hervorgerufen werden kann, hat u. A. Haberlandt (88) nachgewiesen, aber die Reduktionsteilung bedarf intimerer Untersuchung.

Chromiolen anlagern und so deren Funktionen beschränken und verzögern können, doch ist darauf noch näher einzugehen. Es ist merkwürdig, eine wie große Rolle solche Hemmungen spielen können. Würden sich die Zellen unseres Körpers noch einmal mehr, als sie es tun, teilen, so würde unser Körper doppelt so groß werden, als er es ist. Die Blätter unserer Laub- und Nadelhölzer wachsen anfänglich sehr rasch, dann verlangsamt sich das Wachstum im Verhältnis zu der vermehrten Zahl der teilungsfähigen Zellen und sehr bald steht es vollständig still. Es muß wohl eine für sehr viele Arten *spezifische Grenze* der Teilungsfähigkeit geben, die übrigens durch die Art und Fülle der Nahrungszufuhr etwas verändert werden kann. Im allgemeinen geht die Teilungsgeschwindigkeit der Zellen von den frühesten Entwicklungsstadien aus immer weiter zurück, bis schließlich nur noch einige Zellengruppen sich meistens inäqual teilen und ihre Teilungsprodukte abstoßen. Die Teilungsfähigkeit hört nur allmählig und nicht scharf begrenzt auf. Es können auch alte Zellen, wie z. B. die des Uterus durch neu hinzutretende Reize in Vermehrung eintreten. Auch können krankhafte Wucherungen erfolgen, bei denen dann der Chemismus der Zellen, also auch der der Schlacken, verändert worden ist.

Wenn ich zunächst von einer Adsorbtion der Schlacken, die stattfinden wird, absehe, so wird ein Schlackenabsatz nur stattfinden können, wenn von ihnen mehr erzeugt wird, als durch Diffusion und Oxydation fortgeschafft werden kann. Tritt letzterer Fall ein, so wird es einer Verjüngung nicht bedürfen. Es liegt dann der Fall vor, daß das Leben der Art durch Teilungen und Sprossungen ewig fortgeführt werden kann. Ich gestehe, an solche Ewigkeit nicht geglaubt zu haben und bin überrascht worden, zu finden, daß die Schlackenhypothese mich zwingt, die Möglichkeit solchen Dauerlebens anzuerkennen.

Die Schlackenhypothese scheint eng umrissen zu sein, das ist sie aber leider nicht. Abgesehen davon, daß auch das Protoplasma verschlacken kann (vergl. XV.) müssen große Unterschiede in der Löslichkeit, je nach Art der Schlacken, vorkommen. Es können auch die Schlacken und deren Ablagerung je nach Art der Nahrung, der Temperatur des Körpers, des Wasserumsatzes und nach sonstigen Außenwirkungen und nach Funktionen der Zellen, verändert sein. Wenn überhaupt eine Schlackenbildung stattfindet, muß mit diesen Möglichkeiten gerechnet werden. Dazu kommt, daß sich schwer lösliche Stoffe an den festen Zellsubstanzen stark adsorbieren können. Ein Beispiel dafür gibt eine Arbeit von Usui (90) die nachweist, daß sich Thymol an dem Stroma von Gänseblutkörperchen (also doch hauptsächlich an den Kernen) vier- bis sechsmal so stark ablagert, als es den Prozenten der Thymollösung entspricht. Diese Ablagerung schädigt die Funktion der Blutkörperchen sehr stark.

Ich habe mir folgende Vorstellung von dem Schlackenansatz gebildet. Die bezüglichen Schlacken entstehen durch die Tätigkeit des Kerns während des Ruhestadiums. Während der übrigens nur kurzen Dauer der Mitose kommt die Schlackenbildung kaum zur Geltung, um so weniger, als der Verbindungsweg nach dem Protoplasma meistens frei eröffnet ist. Es möge sich im Verlauf einer gleich langen Ruhezeit immer eine sehr kleine Schlackenmasse ablagern. Es mögen S_1 S_2 S_3 . . . . S_m die Schlackenmassen sein, die nach der ersten, zweiten, $_m$ten Teilung abgelagert sein müssen. Dann gelten folgende Gleichungen:

(I) $S_1 = \frac{a}{2}$. $S_2 = \frac{a}{4} + \frac{a}{2} = \frac{3}{4}$ a. $S_3 = \frac{3a}{8} + \frac{a}{2} = \frac{7a}{8}$. $S_4 = \frac{7a}{16} + \frac{a}{2} = \frac{15}{16}$ a. .—. S_m = nahe = a.

Dies führt also nur zu einer Verdoppelung der Schlackenmasse.

Die Ruhezeiten werden nicht gleich lang bleiben, sondern werden wegen der die Arbeit behindernden Schlacken sich verlängern. In der Ruhezeit muß sowohl der Stoffwechselbedarf gedeckt, wie auch die Zellmasse behufs der neuen Teilung vermehrt werden. Ob letztere Tätigkeit kürzere oder längere Zeit in Anspruch nimmt, kann die entstehende Masse der Schlacken nicht verändern. Wohl aber kann die größere oder geringere Schwierigkeit, die erforderliche Masse zu gewinnen, Einfluß haben. Außerdem wird solche und jede Verlängerung des Stoffwechsels eine entsprechende Vermehrung der Schlacken zur Folge haben.

Um das Verhalten in einfachster Weise auszudrücken, setze ich, daß entsprechend der Verlängerung der Stoffwechselzeit, die Schlackenbildung um $^1/_{10}$ vergrößert werde. Dann lautet obige Gleichung:

(II) $S_1 = \frac{a}{2}$. $S_2 = \frac{a}{4} + \frac{1{,}1}{2} \cdot a = \frac{3{,}2}{4}$ a. $S_3 = \frac{3{,}2}{8} \cdot a + \frac{1{,}2}{2} \cdot a = \frac{8}{8}$ a. $S_4 = \frac{9{,}2}{8}$ a.

Bei dieser wohl übertrieben hohen Annahme steigt der Schlackenansatz also recht rasch. Wenn die Teilungen aufhören, handelt es sich nur noch um Deckung des Stoffwechselverlustes und die sonstigen Funktionen der Zelle, nicht mehr um ihre Vergrößerung, es wird das Ansteigen des Schlackenansatzes verringert sein.

Bei gleichmäßig verkürzten Teilungsperioden tritt eine Reversion der Gleichung ein. Es sei a der nach einer Teilung erreichte Schlackenbestand und von da aus mögen sich die Zwischenzeiten immer um 0,1 verkleinern, dann lautet die Formel:

(III) S_1 a. S_2 $a\left(\frac{1}{2} + \frac{0{,}9}{2}\right)$. S_3 $a\left(\frac{1{,}9}{1} + \frac{0{,}8}{2}\right)$. S_4 $a\left(\frac{3{,}5}{8} + \frac{0{,}7}{2}\right)$. S_5 $a\left(\frac{6{,}3}{16} + \frac{0{,}6}{2}\right)$

$$S_6 = a\left(\frac{11{,}1}{32} + \frac{0{,}5}{2}\right). \quad S_7 = a\left(\frac{19{,}1}{64} + \frac{0{,}4}{2}\right) = a \cdot \frac{31{,}9}{64}.$$

Unter diesen Bedingungen wird also die Schlackenmasse in 6 Teilungen auf die Hälfte reduziert.

3. a) Verjüngung ohne geschlechtliche Zeugung.

Es wurde schon erwähnt S. 16, daß Woodruff 2100 Parameciumgenerationen lediglich durch Teilungen gezüchtet hat. Bekannt ist aber, daß die Paramecien zu konjugieren pflegen, daher müssen sie, nach meiner Auffassung, an Altersschlacken leiden können. Woodruff gibt an, daß noch bei den letzten Generationen die Teilungen nicht verzögert waren und daß überhaupt zwischen 1 und 3 Teilungen in 48 Stunden erfolgten. Die von ihm gegebenen Kurven zeigen, daß sich die Teilungshäufigkeit fortwährend zwischen den angegebenen Geschwindigkeiten in ziemlich kurzen Perioden hob und senkte. Nach Formel (III) ergibt sich, daß in dieser Weise die Schlackenhäufung vermieden werden kann und wohl auch vermieden wurde; um so mehr, als sich in solchen Perioden auch der die Schlacken *lösende Wasserumsatz* vergrößert. Bei lange Zeit dauernder Parthenogenese unter besonders günstigen Ernährungsbedingungen könnten sich vielleicht die Keimzellen nach ähnlichen Teilungsvorgängen von Schlacken genügend frei halten.

Klebs hat übrigens, wie ich sehe (7, S. 379) schon nachgewiesen, daß die Bildung sexueller oder vegetativer Keimzellen bei gewissen Pilzen oder Algen durch Veränderung der Lebensbedingungen ausgelöst werden kann.

Die inäqualen Teilungen für z. B. die Haare und die Epidermis dauern während des ganzen Lebens an. Auch dabei zeigen sich deutlich genug die Spuren des Alters, aber der Schlackenansatz kann nicht sehr bedeutend sein. Es soll auch nicht gesagt sein, daß an allen Somazellen der gleichen Person gleiche Schlacken gebildet werden. Ort, Art und Dauer des Wucherns z. B. der Haare zeigt bei verschiedenen Personen einer Art große Unterschiede. Dies weist darauf hin, daß sehr feine Abstufungen bezüglich der Altersschäden vorkommen. Darauf von der Hypothese der Schlackenbildung aus näher einzugehen, bin ich nicht in der Lage.

Schon bei der Reihe von parthenogenetischen Zeugungen, in denen nur ein Richtungskügelchen abgestoßen wird, findet eine Verjüngung statt. Bei der entsprechenden Kernteilung wird ja die Hälfte der Schlacken entfernt. Dies geschieht ohne besondere Arbeit und ist um so wirksamer, als der zufolge der Gleichung II bestehenden Verlangsamung der Zellarbeiten sehr abgeholfen wird. Dazu kommt, daß während der Furchung sich zunächst viele Teilungen innerhalb kurzer Zeiten folgen, ohne daß die Tochterzellen wachsen oder sonst ein größerer Stoffwechsel in ihnen stattfindet. Dies alles muß eine bedeutende Verringerung der Schlacken bewirken. Gemäß einer lehrreichen Darstellung von Papanikolau über den Zeugungsgang einer Daphnie (4, S. 440) endet die parthenogenetische Zeugung, nachdem, wie bekannt, Dauereier und Männchen entstanden sind, mit degenerierten Tieren. Dies stimmt sehr gut mit der Schlackenhypothese. Daß nach Woltereck durch hohe Temperatur und reiche Ernährung die ersten aus dem befruchteten Ei entstehenden Daphnien jahrelang in parthenogenetischer Fortpflanzung erhalten werden können, ist auffallend, obgleich es sich an Woodruffs Erfahrungen anlehnt.

In den Fällen, in denen parthenogenetisch sich entwickelnde Eier befruchtungsfähig sind, also zwei Richtungskügelchen abgeben, somit den Eikern vierteln, geht weitgehende Entleerung von Schlacken vor sich. Daß dadurch eine wesentliche Beschleunigung und Besserung der Entwicklung erzielt werde, ist mir nicht bekannt. Es ist aber zu bedenken, daß der so stark reduzierte Kern sich zunächst selbst zu ergänzen hat und daß durch diese Arbeit der durch die doppelte Teilung erzielte Gewinn wieder verloren gehen könnte.

Bei der Bildung von Sprossen und Auxosporen findet, so weit ersichtlich, kein Abwerfen von Schlacken statt. Auch diese Vorgänge machen den Eindruck einer Verjüngung. Wenn die Knollen z. B. der Kartoffeln zur Züchtung benutzt werden, so ändern sich dabei die Funktionen der Zellen. Dabei ändert sich dann auch, wenigstens zum Teil, die Art der Schlacken, so daß bei den dann folgenden Teilungen viel von den alten Schlacken zum Verschwinden gebracht wird. Für die Wurzelschößlinge dürfte Ähnliches gelten. Bei den Auxosporen ist das Verhältnis zwischen Kern und Zellsubstanz stark verändert, aber ich kann nicht ermitteln, ob etwa der Kern sich rasch vergrößert hat, was die relative Bedeutung der Schlacken verringern würde. Auch ist über die Lebensdauer und Teilungshäufigkeit der Auxosporen noch nicht Klarheit beschafft.

3. b) Die Verjüngung durch geschlechtliche Zeugung.

Bei der geschlechtlichen Zeugung findet sowohl eine Viertelung des Eikerns, wie auch eine, allerdings etwas früher eintretende, Reduktionsteilung des Samenkerns statt. Da von den elterlichen Gameten bei dieser Teilung der eine abgeworfen werden dürfte, sind die restierenden Kerne recht gründlich verändert. Es ist Gewicht darauf zu legen, daß durch die Verbindung der zwei verschiedenen Kernmassen bei der Zeugung eine ganz neue Zusammensetzung der Zygote erfolgt. Dies wird eine neue Zusammensetzung der Schlackenmasse hervorbringen, und deren Verschiedenartigkeit von den alten Schlackenmassen wird um so größer sein, je verschiedener die beiden Gameten sind. Die alten Schlackenmassen können sich, so weit die Verschiedenheit geht, nicht weiter vermehren und werden im Lauf der Teilungen immer weiter verringert, schließlich so gut wie ganz zum Verschwinden gebracht. Die Folge davon ist eine weitgehende Verjüngung. Ich stelle mir allerdings die abgelagerte Schlackenmasse als etwas Einheitliches vor, das nur als Ganzes entfernt wird. Es bleibt aber möglich, daß daraus einzelne Bestandteile ausgewaschen werden, während andere, so weit mit ihnen der Kernsaft überfüllt ist, zurückbleiben.

A. Die Bastardierung.

Eine völlige Verjüngung, also weitestgehende Entfernung der mitgebrachten Schlacken wird am ehesten bei der Bastardierung erreicht. Dabei ist nicht nur der persönliche, sondern auch der typische Aufbau der bezüglichen beiden Gameten recht verschieden. War die Bastardierung nicht zu weit getrieben, also von gutem Erfolg gekrönt, so ist es Regel, daß sowohl im Pflanzen- wie im Tierreich große und kräftige, auch besonders harte, immune und ausdauernde Bastarde erzeugt werden. In meinem Lehrbuch (8) habe ich bezügliche Beispiele gegeben, auch finde ich bei Punett (5, S. 80) die Angabe, es sei eine wohlbekannte Tatsache, daß meistens eine derartige Kreuzung eine Kräftigung (vigour) der Nachkommenschaft bis ins dritte Glied bewirke. Das englische Urteil, obgleich nicht besonders belegt, verdient wegen der in England besonders energisch betriebenen Kreuzungsversuche große Beachtung. Daß die Kräftigung bis in das dritte Glied merklich bleiben soll, ist auffallend. Fremdtypische Kreuzungen bringen leicht schwächliche und mißbildete Früchte, es bleibt auch wohl die Entwicklung auf frühen Stadien stehen. Der äußerste Fall wird sein, daß die Gameten sich nicht anziehen und nur die Penetrationsbahn entsteht, die dann zu parthenogenetischer, wiederum besserer Entwicklung führt.

Auffallend ist, daß bei sonst gut entwickelten und kräftigen Bastarden Unfruchtbarkeit die große Regel ist. Die Geschlechtsdrüsen bleiben unentwickelt und klein. Dies hat neuerdings Poll (69) eingehend für Maultiere und Fasanen-Huhnbastarde nachgewiesen. Die Schlackenhypothese scheint mit diesen Tatsachen im Widerspruch zu stehen, fügt sich aber doch in die Erklärung.

In den Somazellen solcher Bastarde können die Gameten nicht mehr die ihnen ursprünglich zukommende krank machende Wirkung haben, weil der Körper sich so gut entwickelt. Es liegt hier recht nahe, an die Boverische Chromatindiminution zu denken, durch

die dann in solchen Fällen der sich störende Anteil der Gameten abgeworfen würde, so daß nur für die Keimzellen diese Störung noch bleiben würde. In dieser Richtung ist zu erwähnen, daß bei, z. B. den Bienen, die Entwicklung der Keimzellen durch schlechte Ernährung hintangehalten wird. Auf eine Behinderung der Ernährung durch heterogene Gameten deutet die Erfahrung von O. Hertwig, nach der, bei Befruchtung von Froscheiern durch Krötensamen, die Entwicklung nach Bildung des Urmundes still zu stehen pflegt, trotzdem ja das Froschei sich parthenogenetisch entwickeln kann. Das scheint so zu deuten, als wenn diese frühen Bastardzellen den Dotter nicht mehr genügend zu resorbieren vermöchten. Endlich zeigt sich bei den in Degeneration begriffenen europäischen Regenbogenforellen nach Hofer (70) jetzt häufiger eine schlechte Entwicklung und ein Rückgang der Keimdrüsen. Alles dies deutet auf eine besondere Empfindlichkeit der Keimdrüsen hin. In (8) wird deduziert, daß bei den Bastarden eine größere Energie, Triebkraft und Hast des Wachsens vorhanden sei. Dies steht mit der hier abgeleiteten unvollkommeneren Resorptionsfähigkeit der Zellen nicht notwendig im Widerspruch, denn gerade ein Zusammenwirken beider Eigentümlichkeiten kann sehr wohl die Mißbildung der Geschlechtsdrüsen bewirken.

B. Die Inzucht.

Dem Fall, daß die Vererbung auf Abänderung des Typus ausgedehnt wird, steht die Inzucht diametral gegenüber. Während bei vielen Pflanzen Selbstbefruchtung normal ist, finden wir sie bei anderen, systematisch nicht fern stehenden Gruppen, sorgfältigst vermieden.

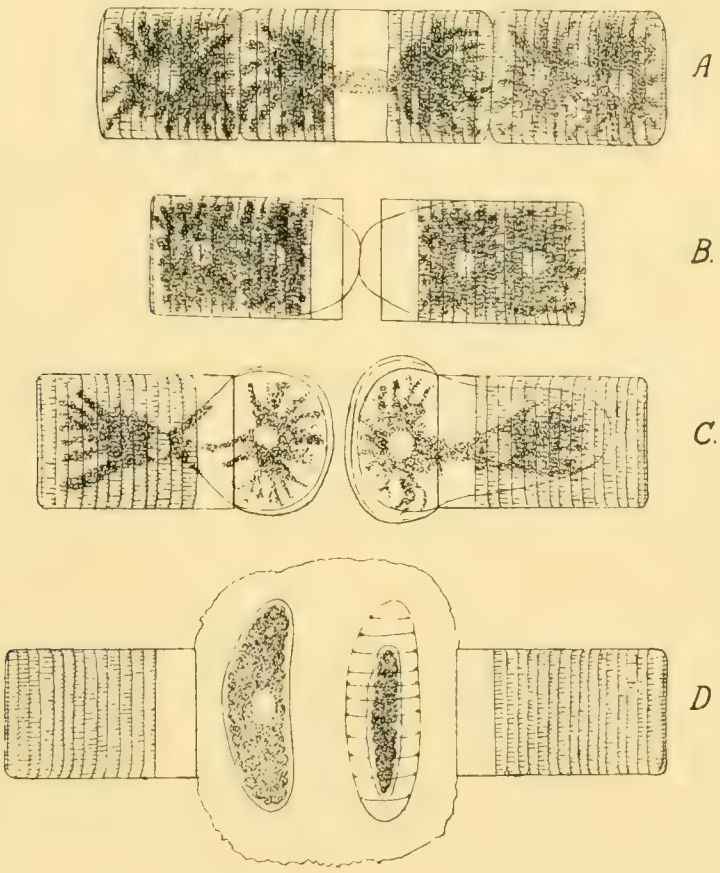
Schäden der Inzucht treten bei Tieren oft sehr deutlich hervor, wofür sich in meinem Lehrbuch (8) genügende Beispiele finden, wie auch diese Schäden von den Tierzüchtern stets anerkannt wurden. Es sind hier namentlich die Somazellen und häufig das Gehirn, das gelitten hat. Wenn heute in der Wissenschaft wenig Wert auf die Inzuchtfrage gelegt wird, so mag dies daran liegen, daß wirkliche Inzuchtzeugungen, wie (S. 69) gezeigt werden soll, nicht so sicher und regelmäßig auftreten können, wie nach Verwandtenkonjugationen erwartet werden mag. Daß bei inzüchtiger Zeugung die Entfernung der alten Schlacken eine sehr unvollkommene sein muß, ergibt sich sofort aus dem in den vorigen Abschnitten Gesagten. Es mag dabei eine Verschiedenheit in der Löslichkeit der Schlacken eine Rolle spielen.

Einen Fall stärkster Inzucht ohne schädliche Folgen möge die nebenstehende Figur 17 versinnbildlichen.

Rhabdonema arcuatum in geschlechtlicher Auxosporenbildung nach J. Lüders. A. Die Geschlechtszelle verlängert und in Teilung. B. Die Zelle hat sich so sehr vergrößert, daß die Gürtelbänder auseinander gewichen sind. Die Tochterzellen haben keine Schale gebildet, aber haben ihren Halbkern noch einmal geteilt. C. Der Inhalt der Zellen quillt hervor und umgibt sich mit Schleim. D. Die beiden Viertelkerne haben sich vereint und es ist die Auxospore entstanden. Die Länge der Spore ist doppelt so groß geworden, wie die Schalenlänge der Mutterzelle war. In der Spore rechts ist eine Kontraktion des Zellinhalts bewirkt worden, um die provisorische Schalenhaut zu demonstrieren.

Eine Ausstoßung von Kernsubstanzen ist nicht gezeichnet, auch nicht in einem gleichen, aber die Kerne nicht zeigenden Bilde von Smith (68). Eine relative Reduktion von Kernschlacken durch die sich rasch folgenden Teilungen und die Vermehrung des Protoplasmas ließe sich konstruieren, aber darauf ist doch nicht besonderes Gewicht zu legen. Merkwürdig dagegen ist, daß nach bestimmter Mitteilung von Lüders (66) die Spore abstirbt, wenn es nicht zur Vereinigung der beiden Kerne kommt, sondern wenn, was auf der

Figur 17.



linken Seite der Figur C zu drohen scheint, der eine Kern nebst seinem Protoplasma in der Schale zurückbleibt. Es ist recht wichtig, daß dieser älteste Befund über die Rolle des Kerns bei der geschlechtlichen Zeugung, den eine der einfachsten Pflanzen ergeben hat, in vollständiger Übereinstimmung mit den Erfahrungen über die Selbstbefruchtung der höchst organisierten Pflanzen steht. Auch bei diesen erfolgt mit wenig Ausnahmen nach Entfernung der Antheren keine Fruchtbildung. Selbst wenn man annimmt, worauf Mendels (72) Studien hinweisen, daß bei der Verbindung von Ei- und Pollenkern je einer der Gameten abgeworfen werde und daß bei der Befruchtung erst eine volle Zygote entstehe, sind es doch wieder die alten Gameten, die zusammentreten. Es läßt sich nicht verstehen, wie dadurch eine Verjün-

gung geschaffen werden kann. Eine Umwandelung irgendwelcher Art muß die Ursache sein, weshalb die beiden, der Entstehung nach so äußerst ähnlichen Kerne aufeinander anziehend, anregend und befruchtend wirken. Durch verschiedenen Stoffwechsel bewirkte Verschiedenheiten können, wenigstens bei Rhabdonema, wohl ausgeschlossen werden. Daß einige Chromiolen verschwunden, andere vermehrt worden wären und daß dadurch Differenzen zwischen den beiden Gameten entstanden wären, erscheint unwahrscheinlich, weil die Konstanz der Vererbung dabei zu sehr leiden würde. Gegenüber den Pflanzenzüchtungen Darwins, (über die in 8, S. 179, kurz referiert ist) fühle ich mich freilich in dieser Richtung nicht gesichert. Es bleibt noch die Möglichkeit, daß sich die Chromiolenreihen in den Gameten etwa während des Ruhestadiums anders geordnet haben, als wie sie in der Zygote der Mutter gelagert waren. Da sichergestellt ist, daß die Gameten aufeinander einwirken, könnte durch solche Umordnung der Nebeneinander-Lagerung etwas Neues, könnte sogar eine Abänderung der Schlacken entstehen, aber das ist recht unwahrscheinlich. Während sonst die Kerne sich abstoßen, (S. 22,) tritt hier eine schwache Anziehung ein. Die Folge der Zeugung ist also eine Penetration des Protoplasmas, eine Vermehrung von dessen Masse und eine Vergrößerung des Kerns. Dies alles scheint mir für eine geschlechtliche Zeugung nicht zu genügen. Das Abwerfen von Kernsubstanz bei der Zeugung der höheren Organismen ist ein so auffallender und eigentümlicher Vorgang, daß etwas Entsprechendes auch für die Protisten Desiderat ist und ja auch bei gewissen Infusorien als verspäteter Prozeß beobachtet worden ist. Wenn Abwerfung von Kernsubstanz bei den Diatomeen nach außen hin vorkäme, würde das der Beobachtung nicht ganz entgangen sein. Es ist aber durch manche Untersuchungen festgestellt, daß auch Kernsubstanz in das Protoplasma hinein abgestoßen und dort später resorbiert werden kann. Die reiche Farbstoffdecke der Diatomeen verhindert meistens die genaue Verfolgung des Kerns. Nur wenn auf die Möglichkeit eines solchen Vorgangs Aufmerksamkeit und Methodik besonders gerichtet werden, wird Sicherheit über den ganzen Vorgang erreicht werden können, bis dahin kann ein abschließendes Urteil nicht gewonnen werden. S. 69 komme ich noch einmal auf die Inzucht zurück.

C. Die normale Zeugung.

Die Gameten können einander zu fremd oder zu ähnlich sein, beides schädigt die Entwicklung. Innerhalb dieser Grenzen muß es wieder Abstufungen geben. Die Verschiedenheit der Sprößlinge, die auch innerhalb eines Wurfs die Regel ist, beweist, daß die Zeugungszellen der beiden Eltern Einwirkungen erlitten haben, die bei ihrer Bildung oder bei ihrer Vereinigung Einfluß gehabt haben müssen, denn die Ausstoßung eines der Gameten erklärt die Beobachtungen der Verschiedenheiten in einem größeren Wurf nicht ausreichend. Die (gedankenlos angefochtenen) Erfahrungen über ähnliche menschliche Zwillinge genügen wohl, um zu beweisen, daß der Aufbau des Körpers in sehr weitgehender Weise von den Zeugungszellen und doch wohl hauptsächlich von deren Kernen beherrscht wird. Die in der Zygote enthaltenen Chromatinbänder und Chromiolen der Gameten vertreten, wie erwähnt, bei normaler Befruchtung zweimal den Typus. In Richtung auf die persönlichen Eigenschaften

werden die Gameten verschieden sein, und zwar bezüglich der absoluten Masse und ihrer Größe, aber auch wohl bezüglich der Form und Struktur der Chromiolen. Ich komme, vielleicht mit Unrecht, dazu, einen erheblichen Unterschied in der Chromiolenzahl, die bei verschiedenen Arten verschieden sein wird, bei Personen derselben Art nicht anzunehmen. Bei Varietäten mag schon eher ein solcher Unterschied existieren. Früher (9) habe ich einfach einen Unterschied in der Größe der Chromiolen in den beiden Gameten für ihre Differenzen verantwortlich geglaubt. Diese Ansicht ist indessen nur bedingt haltbar. Sind zwei, die gleichen Eigentümlichkeiten aufbauende Chromiolen der beiden Gameten nur ungleich groß, also mit verschiedener Intensität wirkend, so müßten sich doch wohl diese Unterschiede bei dem oft wiederholten Anwachsen der geteilten Chromiolen, wie es im Lauf der Entwicklung stattfindet, ausgleichen, weil das Material dem einheitlichen Kernsaft entnommen wird. Dies würde für die Form der sich entwickelnden Person wohl ohne Belang sein, aber es würde sowohl damit im Widerspruch stehen, daß völlige Gleichheit der Gameten nicht nützlich erscheint, wie auch mit den Ergebnissen der Mendelstudien, die auf Unterschiede in den Gameten der Kerne der Geschlechtszellen hinweisen. Unterschiede, die also während des Verlaufs des Aufbaues der Geschlechtsdrüsen erhalten bleiben müssen. Ich bin daher genötigt, Struktureigentümlichkeiten, die mit Gestalteigentümlichkeiten der Chromiolen verknüpft sein mögen, anzunehmen. Bestehen solche, so können sich auch Größenunterschiede erhalten, weil dann jeder Chromiolenrest nach der Teilung für sich seinen spezifischen Aufbau zu besorgen hätte. In diesem Fall müßte jede solche Chromiolengruppe (neben der Entwicklung des Typus, wie ihn die ganze Chromiolengruppe trägt) eine Eigentümlichkeit vertreten; aber diese Eigentümlichkeit kann durch Eigentümlichkeiten anderer Chromiolengruppen modifiziert werden, d. h. kann eine Mischung von Fermenten ergeben, die die einseitige Wirkung stört.

Die tägliche Erfahrung lehrt, daß bei Menschen, Haustieren und Kulturpflanzen erhebliche Unterschiede in der Leistungsfähigkeit vorkommen. In Anlage werden solche Unterschiede schon in der Zeugung gewonnen sein. Es dürfte sich dabei um die gute Entwicklung, also das Dominieren bestimmter Chromiolengruppen handeln, deren kombiniertes Wirken solche Unterschiede hervorbringen wird. Im allgemeinen werden erhebliche Differenzen im Aufbau der Zygoten gegenüber ihrem Aufbau in den elterlichen Kernen zu postulieren sein. Es wird dann ein größerer Teil der nicht als einheitliche chemische Substanz anzusehenden Schlackenmasse bei den Teilungen eliminiert und eine freiere Entwicklung ermöglicht.

XI. Die Mendelstudien.

Für die Vererbungslehre kommen die ursprünglich von Mendel durchgeführten Versuche der Mischung von Varietäten mit leicht kenntlichen Unterscheidungsmerkmalen sehr wesentlich in Betracht. Bei genügend großen Zahlen entsprechen die Resultate sehr genau den Formeln der Variationsrechnung. Es gelingt dabei die Endstadien der Vererbung mit den Anfangsstadien zu verbinden, und darauf beruht namentlich die Wichtigkeit der jetzt sehr eifrig betriebenen Studien.

Gewiß sind die Resultate Mendels sehr sicher und grundlegend, aber man geht doch zu weit, alle anderen Einflüsse auf die Vererbung fast ausschließen zu wollen. Die früheren Züchter und vor allem Chl. Darwin können nicht so blind gewesen sein, die Mendelregeln gar nicht zu bemerken, wenn die Züchtungsresultate sich diesen völlig angepaßt hätten. Das ist aber nicht der Fall gewesen. Nach Mendel müßten unter je vier Enkeln zwei je einem unter den Großeltern vollständig gleichen. Ähnlichkeiten mögen vorhanden sein, aber eine genaue Wiederholung der Form ist nicht Regel, das wäre bisher nicht entgangen und nicht einmal unsere jüngsten Forscher haben sie entdeckt. Ähnlich steht es bei den Mischlingen zwischen Weißen und Negern. Nach Mendel müßten unter je vier Mulattenkindern durchschnittlich eines rein weiß und eines rein schwarz sein. Die Geschwister Davenport (71) haben sich bemüht festzustellen, daß dem wirklich so sei. Sie haben festgestellt, daß unter den Mulattenkindern einige dunkler, andere heller als die Eltern gefärbt zu sein pflegen und daß dies Verhalten auch zahlenmäßig mit Mendels Regel stimmt. Es wird ferner in einigen wohlbeglaubigten Fällen von Mulattenehen festgestellt, daß, namentlich wenn die Eltern wenig gefärbt waren, Kinder, die für Weiße gehalten werden können, „passing for White" entstanden sind. Daneben entstanden dann wieder Mulatten als „nearly pure Negro". Solche Befunde stimmen ja vollständig, obgleich sich noch fragt, ob nicht bei den Nachkommen der weißen Form doch wieder etwas Negerblut erschienen wäre. Jedenfalls sind diese Fälle nicht Regel, sondern Ausnahmen, denn in den Jahrhunderten, seitdem Mulatten entstanden sind, ist der Möglichkeit, daß auf diese Art der weißen Bevölkerung *gleichstehende* Mulattenkinder erzeugt würden, keine Rechnung getragen, und noch heute rechnet man in den Kolonien nicht darauf, daß auf diese Weise die weiße Bevölkerung vermehrt werden könnte. Eher hält man an dem Gegenteil fest. Es ist bekannt, daß in den Quateronen, in deren Aufbau dreimal weißer Samen eingetreten ist, noch an gewissen Stellen, z. B. an den Nägeln eine leichte Färbung das Negerblut verrät. Die Quinteronen sind rein weiß. Nach Mendels Regeln sollte dagegen schon bei den Terzeronen rein weißes Blut auftreten und das gefärbte Blut müßte, wenn auch selten, noch bei den Quinteronen vorkommen, weil die Mischlinge unter den Großenkeln immer wieder zerfallen. Bei diesen Kombinationen hat das Ei wohl immer der farbigen Seite angehört und es legt sich nach dem früher Gesagten nahe, zu denken, daß das Protoplasma Mitträger der Negerfärbung sei.

Ein anderer Fall, in dem die Mendelregel nicht genau innegehalten ist, ist die sog. Mosaikbildung. Für Mais gibt nach Correns, Häcker (3, S. 226) sehr hübsche Abbildungen der Erfolge der Mischung einer Varietät, die blaue und runzelige, mit einer, die glatte und gelbe Körner trägt. Hier verläuft das Resultat der Kreuzung in der zweiten Generation nach der sog. Unabhängigkeitsregel. Es verhalten sich die Keimzellen der Pflanzen wie Heterozygoten, d. h. die in's Auge gefaßten Eigenschaften können jede für sich vererbt werden. Es entstehen blau-runzelige, blau-glatte, gelb-runzelige und gelb-glatte Körner in numerischer Abhängigkeit von den dominierenden Eigenschaften. Vereinzelt kommen aber Mosaikbildungen vor, d. h. Körner, die zum Teil runzelig, zum Teil glatt oder auch gelb und blau gestreift sind. Es sind das Mißbildungen, die infolge von unregelmäßiger Durchmischung der Chromiolen oder der

von ihnen abhängigen Fermente entstanden sein mögen. Die Möglichkeit des Vorkommens solcher Mißbildungen mag für die Züchtung neuer Varietäten von Bedeutung sein.

Herbst (87) hat nachgewiesen, daß bei 21 Kreuzungen von Strongylocentrotus und Sphaerechinus die Larven um so weiter nach der mütterlichen Form hin ausschlugen, je später die — abnorm verzögerte — Befruchtung eintrat. Herbst hat dann (89) gezeigt, daß in solchen Fällen der mütterliche parthenogenetisch arbeitende Gamet bei der Kernteilung in den Phasen viel weiter fortgeschritten war, als der väterliche Gamet. Er wird also m. E. auch bezüglich der Einwirkung auf die Zellfermente überwiegenden Einfluß erlangt haben, wenn sein Vorsprung sich längere Zeit hindurch erhält, wodurch sich die vorwiegend nach der mütterlichen Art gehende Gestaltung der Larve erklärt. Mit so abnormen Befruchtungen können die Mendelregeln natürlich nicht rechnen, aber nach Erfahrungen der Schule von R. Hertwig wird bei Fröschen das Geschlecht der Larven stark durch Beschleunigung und Verzögerung der Befruchtung in dem schon von mir (8) vermuteten Sinn beeinflußt. Daraus ergibt sich, daß auch die Gleichzeitigkeit der Konjugation für die Gültigkeit der Mendelregeln Erfordernis sein kann.

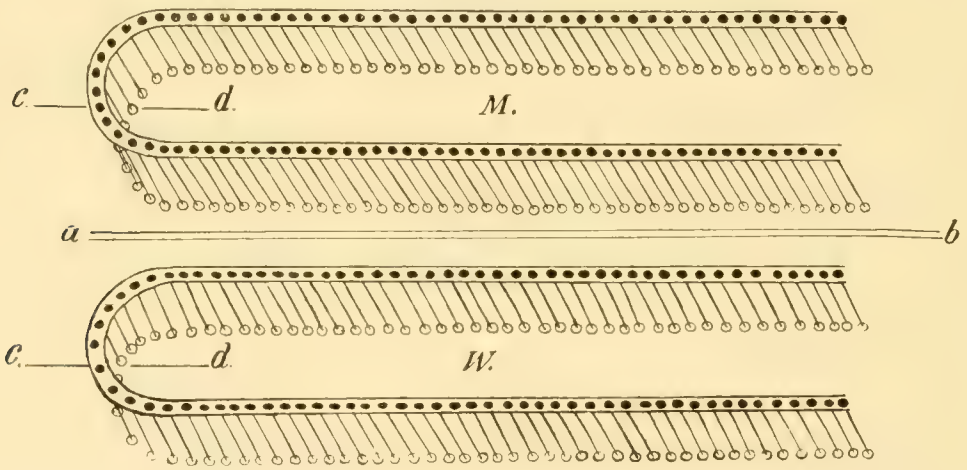
Veredeltes Obst überträgt nur ganz ausnahmsweise seine persönlichen Eigenschaften durch Kerne auf die Nachkommen. Weshalb hier die Vererbungsregeln nicht zutreffen, wird nur ein eingehendes cytologisches Studium der Befruchtung solcher Blüten erklären können. Es wird vielleicht den Sitz des persönlichen Vererbungsträgers für diesen Fall nachweisen können. Übrigens könnte auch das Protoplasma in diesem Fall, sowie bei dem atavistischem Umschlag der Blumenfarben von Crocus und Iris der Träger dieser durch Züchtung erworbenen Eigenschaften sein.

Wird von der Wirkung des Protoplasmas abgesehen, so ergeben die Mendelstudien an Hybriden folgendes. Man bezeichnet die elterliche Generation mit P, die erste Kinderreihe mit F_1, die Reihe der Enkel mit F_2 und so fort. Es zeigt sich folgendes Verhalten: 1. die F_1, die aus der Kreuzung von P entstehen, sind einander gleich. Dieser Satz kann nur gelten, wenn die gekreuzten Varietäten bezüglich der zu untersuchenden Eigenschaften fixiert sind, d. h. wenn in jedem der beiden Gameten der Zygote die ins Auge gefaßte Eigenschaft seiner Varietät vertreten ist. Andernfalls würden Verschiedenheiten in den F_1 auftreten müssen je nach dem Gameten, der als Richtungskörperchen ausgestoßen wird. 2. Wenn die F_1 untereinander gepaart werden oder Selbstbefruchtung vorliegt, kommen bei den F_2 die Charaktere der beiden Eltern wieder rein zum Vorschein und zwar sind sie in einem recht bestimmten Verhältnis auf die F_2 Individuen verteilt. Unter je vier F_2 Individuen haben je zwei die reine elterliche Form und pflanzen sich rein fort, je zwei haben die Form der F_1 beibehalten. Haben also die beiden Eltern in ihren Chromatinbändern die den bezüglichen Charakter gebenden Chromiolengruppen AA und BB, so gestaltet sich bei Selbstbefruchtern die Zeugung nach folgendem Schema:

P.		AA		×		BB		
F_1		AB		×		AB		
F_2	♀	AA	AB		BA		BB	
	♂	AA	AB		BA		BB	
F_3		16 AA		32 AB		16 BB		

Die F_2 sind zur Hälfte eine Wiederholung der Großeltern bezüglich der verfolgten Eigenschaften, was sich namentlich auch dadurch erweist, daß auch deren Nachkommen rein züchten, also bei Selbstbefruchtung deren bezügliche Form rein beibehalten. Diese Reinzüchtung kann nur dadurch entstanden sein, daß die F_1 den einen der beiden Gameten irgendwie abwerfen, wozu die Bildung der Richtungskörper Gelegenheit gibt. Wie schon erwähnt, geben die Darstellungen über die Bildung der Richtungskörper in den Eiern und erst recht die Kernmetamorphosen bei Bildung des Sperma keine klare Einsicht darüber, was ausgestoßen wird. Bei der Parthenogenese werden in solchen Fällen, wo befruchtungsfähige Eier gelegt werden und deren Befruchtung auch zum Teil wirklich erfolgt, also bei Bienen, Wespen und Ameisen, zwei Richtungskörper abgestoßen. In den Fällen dagegen, in denen zunächst nur Reihen von Weibchen erzeugt werden, also bei den Cladoceren, den Aphiden und gewissen Ostracoden wird nur ein Richtungskörperchen gesehen, das dann wohl einer mitotischen Kernhalbierung seinen Ursprung verdankt. Wie diese Vorgänge von mir gedacht werden, soll das folgende Schema erläutern.

Figur 18.



Es seien M. und W. zwei Chromatinbänder der Gameten der in der Teilung begriffenen Zygote. Man kann sich auch die Zahl dieser Bänder beliebig vermehrt denken. Die Hälfte der Chromiolen, die sich bereits geteilt haben, liegen oberhalb, die andere Hälfte unterhalb der Ebene des Papiers. Diese Ebene ist die Teilungsebene bei der gewöhnlichen mitotischen Teilung. Bei der Bildung des ersten Richtungskörperchens möge etwa die untere Chromiolenreihe ausgestoßen werden. Dann folgt sofort die Bildung des zweiten Richtungskörperchens, so daß für eine zweite Teilung der Chromiolen kaum noch Zeit bleibt. Nach den Mendelstudien zu schließen, muß wohl diese Teilung in der Linie a—b erfolgen, so daß entweder das oder die Bänder M oder die von W abgestoßen werden müssen. Der elterliche Kern ist hier als Heterozygot geschrieben, wäre er in bezug auf eine ins Auge gefaßte Eigenschaft, z. B. die Haarfarbe homozygot, so müßte er MM oder WW geschrieben werden. Bei Kreuzung mit einer anders gefärbten Race PP erhielten wir dann für F_1 MP und für F_2, wie durch die Erfahrung

verlangt, MM und PP und MP PM. Bei den Spermien erfolgt die Teilung oder die Abstoßung der Gamete in früherer Teilungsperiode, aber auch bei dem Ei ist der Zeitpunkt der Ausstoßung bei verschiedenen Abteilungen der Organismen recht verschieden. Wenn die Mischlinge MP weiter zeugen, entstehen immer wieder 2 Homozygoten neben den Heterozygoten, die ersteren werden also bald überwiegen, obgleich natürlich auch die Zahl der Heterozygoten anwachsen kann, aber doch immer zurückstehen wird. Die Reinzüchter sind nicht Inzüchter, weil es sich bei ihnen nur um Gleichheit von wenigen Erbeigentümlichkeiten handelt.

In manchen Fällen, z. B. wenn eine Erbse mit Zwergwuchs mit einer hochstämmigen Erbse gekreuzt wurde, was sich bei diesen Selbstbefruchtern durch Entfernung der Antheren und künstliche Befruchtung tadellos ausführen läßt, wurden in der F_2 Generation unter 100 Exemplaren die Zahl von 28 zwergwüchsigen und 72 hochwüchsigen Erbsen gezüchtet. Dies entspricht genau genug dem Verhältnis von 1:3, das ohne Zweifel bei sehr großen Zahlen fast genau gefunden werden würde. Erst bei der Weiterzüchtung ergibt sich dann, daß von den je drei hochstämmigen Erbsen nur ein Exemplar rein weiter züchtet, die anderen zwei aber wieder ein zwergwüchsiges und drei hochwüchsige Exemplare ergeben und daß unter letzteren wiederum nur ein rein hochzüchtendes Exemplar entstanden ist. In solchem Fall sagt man, daß der Charakter „Großwüchsigkeit" dominiere und daß die Kleinwüchsigkeit „rezessiv" sei. Bezüglich der Chromiolen muß hier angenommen werden, daß die Zahl in der dominierenden Chromiolengruppe vergrößert sei, denn es ist kaum möglich, daß die Chromiolen, die dem Höhenwachstum vorstehen, in der einen Varietät anders gebaut sind, als in der anderen. Bei der Mischung verschiedener Färbungen mag es sich anders verhalten, weil auf die Fermente, die die Färbungen bewirken, eher ein differenter Aufbau, als ein quantitativer Unterschied Einfluß haben wird.

In bezug namentlich auf die Farbenkreuzungen ist eine Faktorenhypothese (3, S. 265) aufgestellt worden, die schließlich zu recht komplizierten Annahmen geführt hat. In den Chromatinbändern werden Erbeigenschaften als Erbfaktoren gesondert liegen. Die Faktorenhypothese nimmt mit vorzüglichem Erfolg an, daß diese Faktoren aus den Bändern herausgetrennt und in andere Kombinationen überführt werden können, also etwa entsprechend der Linie c—d in Fig. 18. Häcker (3, S. 268) gibt nach Cuénot in dieser Richtung ein Beispiel für die Mischung von grauer und weißer Maus, das mit einem hübschen Bild erläutert wird. Es bedeutet hier der Buchstabe C Chromogenfaktor; G Graubestimmer; A Albinismus und N im Albino enthaltener Schwarzbestimmer. Die dazu gegebene Formel lautet:

P.				CG (grau)					AN (weiß)		
F_1		CGAN.				(grau)				CGAN.	
F_2	**CGCG.**	CGCN.	CGCN.	CGAG.	CGAG.	CGAN.	CGAN.	CGAN.	CGAN.	(alle grau)	
		CNCN.	CNAN.	CNAN.		**AGAG.**	AGAN.	AGAN.	**ANAN.**		
		schwarz				weiß					

Nach Mendel hätten die F_2 sein sollen CGCG. CGAN. ANCG. ANAN. ♀

" " " " ♂

Die Mendelregel bezüglich der Homozygoten trifft hier also für die Färbungen nicht

zu. Es entstehen bei dieser Anwendung der Faktorenhypothese unter den 16 F_2 nur zwei den Großeltern gleiche Reinzüchter und außerdem die reinzüchtenden neuen Formen CNCN und AGAG. Es müßte aber die Formel der P genau wie die ihrer rein züchtenden F_2-Sprossen, also nicht CG und AN, sondern CGCG und ANAN geschrieben sein. Dann aber ergibt die Faktorenhypothese die ganz anders lautende F_1-Reihe:

CGAN. CGAN. CGAN. CGAN. CCAN. CCAN. GGAN. GGAN. GGAA. GGAA. GGNN. GGNN.
CCAA. GGAA. CCNN. GGNN.

Das würde also der Mendelregel, daß die F_1-Reihe bei Homozygoten einander gleich sein sollen, widersprechen.

Nach der Faktorenhypothese würden auch die Homozygoten z. B. CGCG nicht rein züchten, denn sie könnten auch noch die Formen CCCG und CGGG geben. Die Hypothese möchte ich hier nicht weiter verfolgen, weil ich die obigen Bedenken dagegen nicht beseitigen kann. Es sieht so aus, als wenn Protoplasmafermente, je nach ihrer Verteilung, bei diesen Vererbungen eine Rolle spielten. Übrigens hilft die Hypothese nicht über das Problem hinweg, wie Zebrastreifungen, Fleckungen der Blumenblätter und ähnliche zweifellose Erbeigentümlichkeiten schon in dem befruchteten Ei vorgezeichnet sein können. Daß sowohl der männliche wie der weibliche Vorkern die Färbungen beeinflußt, ist zweifellos. Mögen noch so viele Chromiolen vorhanden sein, es kann doch in ihnen die fertige Körperform nicht vorgezeichnet liegen. Wenn sie auch der Körperformung vorstehen, so sind sie doch nicht selbst an der Körperform beteiligt. Es muß ihnen auch eine fortdauernde Tätigkeit zugeschrieben werden und es können nicht etwa die pigmentbildenden Chromiolen latent durch alle Zellen hindurch getragen werden, um erst dann in Tätigkeit zu treten, wenn Pigment entsteht. Es wird sich um einen Dualismus zwischen Protoplasma und Chromiolen handeln. Der Einfluß dieses Protoplasmas auf die Pigmentierung ist nach früher Gesagtem S. 27 genügend sicher gestellt, auch hat die Pigmentierung in ihm ihren Sitz. Nach allen den ungleichmäßigen Teilungen, denen das Protoplasma im Laufe der Entwicklung unterliegt, kann auch in ihm die definitive Form des Körpers nicht vorgezeichnet sein.

Es ist denkbar, daß im Laufe der Entwicklung einige Chromiolengruppen stark belastet werden, so daß sie nur noch periodisch und schwach oder gar nicht mehr wirken, wo dann andere desto intensiver zu arbeiten vermögen. Dies würde aber doch von Veränderungen des Protoplasmas ausgehen oder davon begleitet sein müssen. Die Beobachtung der Entstehung des Pigments im Retinaepithel ergibt, daß diese Zellen unter sehr gute Ernährungsbedingungen kommen und den ursprünglichen Zusammenhang mit Nerven wahrscheinlich aufgeben, während das innere Blatt der Retina stark wuchert, ohne normal seine Klarheit zu verlieren. Da die Pigmentbildung der Retina sehr frühzeitig erfolgt, kann sie nicht von dem absoluten Alter der Zellen abhängig sein. Die Güte der Ernährung allein kann nicht das Maßgebende sein, denn auf dem Tapetum verlieren die Zellen, vielleicht durch inäquale Teilung, ihre pigmentbildende Kraft. Bei Albinos fehlen, möchte man glauben, überhaupt die die Pigmentierungsfermente beherrschenden Chromiolen.

Besonders schwierig scheint es mir, ein vorläufiges Verständnis der Fleckenbildungen auf den Blumenblättern z. B. von gewissen Orchideen zu gewinnen. Hier muß wohl eine inäquale Teilung der bezüglichen Blattmutterzellen stattfinden, in der Weise, daß eine besonders mit Pigmentbildnern ausgestattete Zelle aus der Reihe hinaus geht, und sich dann durch Teilungen zu dem sichtbar werdenden Fleck ausbreitet. Wir finden häufig in den Pigmentzellen, z. B. dem Retinaepithel und den Ganglienzellen die festen Pigmente ungleich verteilt, so daß bei einer Teilung sehr leicht eine pigmentreiche und eine dieses Pigment entbehrende Zelle entstehen kann. Wenn in den betrachteten Fällen der Blumenblätter solche Teilungen zwangsmäßig geschehen müßten, so könnte sich dadurch die Vererbung der Flecken erklären. Ich weiß aber weder, ob die Teilungen so verlaufen, noch kann ich den Zwang ableiten. Ich füge mich aber dem Grundsatz, die besonders schwierigen Fälle hier zur Sprache zu bringen. Eine Querdurchwucherung besonders gefärbter Längs- oder Querstreifen würde auch zur Fleckenbildung führen, aber auch hier fehlt der Nachweis des Erbzwanges.

XII. Die Häufigkeit der Inzucht.

Wenn in dem Folgenden jede Ziffer den ganzen Komplex der Erbeigenschaften einer Gamete in der Zygote umfaßt, läßt sich die Häufigkeit des wahrscheinlichen Vorkommens der Inzucht überblicken. Die Variationsformel dieser Heterozygotie lautet:

$$\sqrt[m]{(1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n)} = n^m.$$

wenn m verschiedene Reihen von je n Elementen vorliegen. Es bedeutet m also die Zahl der Reihen und ist in unseren Fällen immer = 2.

Die folgenden Aufstellungen gelten für das Resultat, wenn alle vier Gameten ungleich sind, wenn zwei gleiche Gameten und wenn ganz gleiche Gameten konjugieren.

P.		1,2 × 3,4									11 × 22				1,1 × 2,3							
F_1	♀	1,3		1,4		2,3		2,4		1,3		1,2	1,2	1,3		1,2		1,2		1,3		1,3	
	♂	1,3		1,4		2,3		2,4		1,4		1,2	1,2	1,3		1,2		1,2		1,3		1,3	
F_2		**11**	13	**11**	14	12	13	12	14	**11**	13	**11**	12	**11**	13	11	12	**11**	12	11	13	**11**	13
		31	**33**	31	34	32	**33**	32	34	14	34	**11**	12	31	**33**	21	**22**	21	**22**	21	23	21	23
		11	13	**11**	14	12	13	12	14			12	**22**			11	12	**11**	12	11	13	**11**	13
		41	43	41	**44**	42	43	42	**44**			12	**22**			21	**22**	21	**22**	21	**23**	21	23
		21	23	21	24	**22**	23	**22**	24							11	12	**11**	12	11	13	**11**	13
		31	**33**	31	34	32	**33**	32	34							31	32	31	32	31	**33**	31	**33**
		21	23	21	24	**22**	23	**22**	24							11	12	**11**	12	11	13	**11**	13
		41	43	41	**44**	42	43	42	**44**							31	32	31	32	31	**33**	31	**33**

Die Zygoten 1,2 und 3,4 können also unter ihren 64 Enkeln 16 inzüchtige Enkel zeugen. Die Vettern und Kusinen würden 128^2 F_2, also 16384 Nachkommen bei gleichmäßiger universeller Mischung zeugen, mit 156 Inzüchtern. Es würden also unter 64 Kindern nur eins in-

züchtig sein. Werden die Inzüchter 1,1 und 2,2 kopuliert, so sind die F_1 nicht inzüchtig, von den F_2 ist aber jedes zweite inzüchtig, die anderen sind sich völlig gleich. Werden 1,1 und 2,3 kopuliert, also Eltern und Kinder, so finden sich in den F_2 unter den 64 noch 24 Inzuchten. Werden 1,3 mit 1,4 kopuliert, so finden sich in deren Nachkommen unter je vieren ein Inzüchter. Werden 1,3 mit 1,3 kopuliert, so entstehen unter je vieren je zwei Inzüchter. Es tragen aber Eier und Sperma derselben Person nicht so völlig gleiche Erbmassen, wie oben in Rechnung gestellt wurde. Die gewöhnlichen menschlichen Zwillinge sind oft verschiedenen Geschlechts und auch sonst sich nicht sehr ähnlich.

Wie ersichtlich, ist danach sogar bei Geschwisterkopulationen die Gefahr der Inzucht nicht allzugroß, nur werden die Ähnlichkeiten unter den Kindern größer sein, als das sonst der Fall zu sein pflegt, vorausgesetzt, daß die Zusammensetzung der Zygoten sich im Lauf des Lebens nicht verändert habe. Ein statistischer Nachweis über solche Zeugungen ist kaum zu gewinnen, weil kein Maß für das Vorhandensein der Inzüchtigkeit gegeben werden kann; außerdem wird die hier angenommene allseitige Mischung schwer durchzuführen sein.

Die empirischen Erfahrungen über die Schäden der Inzucht, die von alters her auf die Gesetzgebung eingewirkt haben, dürfen nicht deshalb vernachlässigt werden, weil die Schäden, wie ersichtlich, nicht regelmäßig und zahlreich eintreten und bei geringerer Zahl der Nachkommen ganz vermißt werden können.

Die Schädlichkeit der Inzucht erscheint recht wunderlich verteilt. Manche Phanerogamen sind strenge Selbstbefruchter; freilich stehen sie nicht mehr in ihrer ursprünglichen Heimat, wo vielleicht besondere Insekten Fremdbefruchtung vermittelten. Dagegen ist bei anderen Phanerogamen Selbstbefruchtung aufs strengste vermieden und unmöglich gemacht. Ebenso kommt unter den wirbellosen Tieren bei einigen Zwittern Selbstbefruchtung vor, während bei anderen durch ungleichzeitige Reifung der beiden Geschlechtsprodukte Selbstbefruchtung vermieden wird; im übrigen überwiegt Trennung der Geschlechter sehr stark.

Eine Verminderung der Schlacken findet bei der Inzucht kaum statt, da jeder der beiden Halbkerne mit den gleichen Schlacken belastet ist und die neue Verbindung die Zusammensetzung der Schlacken nicht verändern kann. Es ist aber bemerkenswert, daß äußerlich auffallend nur die höheren Organismen an Inzucht leiden. Bei diesen wird von den Zellen eine größere Leistung verlangt, als von den Zellen der niederen Organismen. Sie werden also einen komplizierteren Stoffwechsel haben und deshalb auch empfindlicher gegen Schlackenwirkungen sein, weil ein komplizierter Stoffwechsel leichter gestört wird, als ein einfacherer. Es werden auch wohl kompliziertere Schlackenmassen gebildet, unter denen weniger lösliche und — was nicht auszuschließen ist — giftigere Schlacken sein können. Bei den Selbstbefruchtern werden die Schlacken löslicher oder weniger giftig sein. Solche Unterschiede in dem Stoffwechsel, namentlich bezüglich der Nebenprodukte und der Fermente dürfen unbedenklich in Rechnung gezogen werden, da z. B. im Blut der schwangeren Menschen ein Ferment entsteht, das für gewöhnlich dem Körper fehlt. Ich habe hier nach Erklärung des Verhaltens gesucht, habe aber nicht in Rechnung ziehen können, daß, wie S. 52 ausgeführt, doch manche Fälle von Selbstbefruchtung vorkommen mögen, bei denen die Penetration, wenn nicht das Einzige, so

doch das Wesentliche bei solcher Autogamie sein wird, also der Gametenverbindung keine besondere Wichtigkeit zukommt.

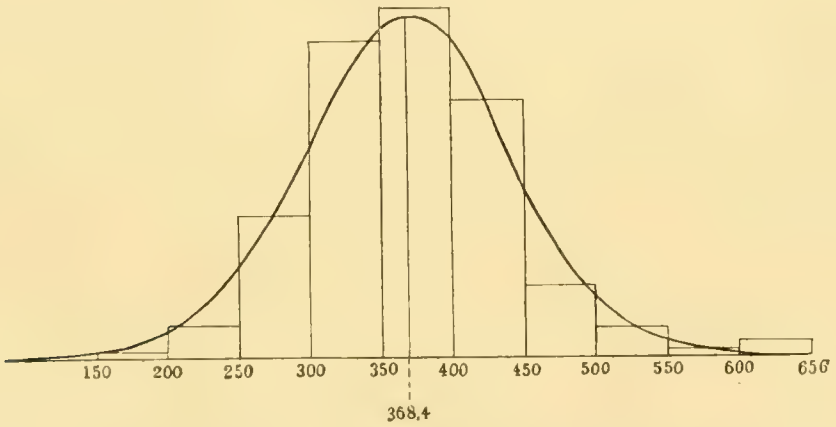
Die Penetration führt zu raschen Teilungen, die bei der Furchung und ähnlichen Vorgängen, wegen Verminderung des Protoplasmas der Zellen, zunächst wohl beschleunigt verlaufen und eine Verminderung der Schlacken bewirken könnte.

XIII. Die Wirkung der Selektion.

Johannsen stellt folgenden Satz auf (55, S. 106), er halte dafür, daß die Vorstellung, es habe die Gene (d. h. selbständige, in den Gameten enthaltene Zustände, Anlagen und Grundlagen) ihren Sitz in den Chromosomen, nicht mehr aufrecht erhalten werden könne. Die genotypische Grundlage, schreibt er, durchdringt offenbar den ganzen Organismus. Jeder kleinste entwicklungsfähige Teil eines Organismus ist von der betreffenden genotypischen Grundlage geprägt. Ferner (S. 129) „Die persönlichen Eigenschaften sind Funktionen der genotypischen Beschaffenheit der Zygote". So sehr ich den letzten seiner Sätze zustimme, so sehr kann ich, wie ersichtlich, den ersten Satz nicht gelten lassen; auch habe ich nichts finden können, was die Richtigkeit und Notwendigkeit jenes Satzes erwiese.

Johannsens Versuche, z. B. der häufig zitierte von, nach ihrem Gewicht aus vielen Bohnen gesonderten und separiert gezüchteten, 25 Bohnen scheint mir in Übereinstimmung mit der hier von mir vertretenen Auffassung zu sein. Um dies zu zeigen, gebe ich die von Häcker (3, S. 280) reproduzierte Kurve des Versuchs.

Figur 19.



Dies sog. Variationspolygon, aus dem sich die Wahrscheinlichkeitskurve recht gut entwickeln läßt, wird aus den abgestuften Gewichten von 606 Bohnen gewonnen. Diese stammen aus Züchtung jener 25 kleinsten Prinzeßbohnen, die aus einer größeren Zahl herausgesucht worden waren. Trotzdem die Kurve regelmäßig erscheint, hat sich ergeben, daß aus den 606 Bohnen 19 sog. reine Linien erzogen werden konnten. Diese 19, unter möglichst gleichen Bedingungen gezüchtet, hatten jede ihr besonderes mittleres Gewicht, während die leichtesten und schwersten unter ihnen etwas auf die schwersten und leichtesten der benachbarten Stufen

hinüber griffen, transgredient waren. Johannsen hat dann entdeckt, daß diese „reinen Linien" von Selbstbefruchtern unter gleichen Bedingungen weiter gezüchtet, bezüglich ihres Gewichts rein züchteten, d. h. immer wieder das gleiche mittlere Gewicht und etwa gleich große Abweichungen von diesem Mittel ergaben. Diese Erfahrungen sind vielfach von anderen Forschern an Pflanzen und Tieren, ja sogar an Paramecien bestätigt worden, so daß sie völlig gesichert sind und wiederum die überaus starre Bindung der Vererbung bestätigen.

Johannsen begründet darauf die Ansicht, daß Separierung und Selektion der Formen nicht den Erfolg haben kann, neue Arten entstehen zu lassen. Im Ozean kann eine Separierung der Oberflächenformen nicht stattfinden, denn dort ist dafür fast keine Gelegenheit vorhanden, und doch findet sich da eine erhebliche Mannigfaltigkeit von Arten, die nach ihren Lebensbedingungen haben am Ort entstehen müssen. Es ist daher als festgestellt zu betrachten, daß ohne besondere Komplikationen durch Separierung neue Arten nicht entstehen. Es ergibt sich ferner, daß die reinen Linien nicht kontinuierlich ineinander übergehen, sondern Stufen bilden. Dies entspricht meiner Vorstellung, daß die Zahl von Chromiolen oder von Chromiolengruppen für das Größenwachstum bestimmend ist. Die Zahl der Einheiten kann eben nur stufenweise verändert werden. Ihre Wirkung kann natürlich durch äußere Einflüsse modifiziert werden, wodurch dann das Überschneiden der Kurven entsteht.

Nicht ganz kann ich E. Baur folgen, der auf das Vorkommen reiner Linien sich stützend (6 A., S. 45) sagt, es „sind auch die ‚Spezies' der Systematiker nicht einheitlich, sondern in Wirklichkeit ist jede Linnéische Art ebenfalls nur ein Sammelname für eine große Zahl kleinster elementarer Arten und vielleicht sind diese Zusammenfassungen größerer oder kleinerer Gruppen von solchen kleinsten Elementararten zu einer ‚Art' höchst willkürlich". Ob die Artscheidungen richtig getroffen sind und ob eine reine Linie einer Art jemals in allen Beziehungen ganz dicht an eine reine Linie einer anderen Art anschließt, bleibt außer Frage. Da aus einer Bohnenpopulation einer Varietät 25 möglichst gleiche ausgewählte Bohnen 19 reine Linien ergaben, so muß bei den höheren Organismen die Zahl erziehbarer reiner Linien außerordentlich groß sein. Daher müssen viele reine Linien dicht nebeneinander vorkommen. Mindestens bei Fremdbefruchtern wird infolge dessen ein gewaltiges Durcheinander der möglichen reinen Linien der natürliche Zustand sein. Dadurch entsteht also aus diesen Durchmischungen etwas Einheitliches. Dies Einheitliche als Spezies, Subspezies, Varietät oder Volksstamm zu bezeichnen, hat innere Berechtigung. Ein Volksstamm enthält oder besteht wohl aus doppelt so viel reinen Linien, wie Menschenpaare vorhanden sind. Dies erschwert dessen scharfe Charakterisierung, aber es hindert nicht die innere Berechtigung der Scheidung in Stämme. Durch Züchter vorgenommene Selektionen können doch wohl die Vererbung verändern. Ich erinnere an den Bericht Darwins (78, S. 9), nach dem die Tendenz der Züchter einmal dahin ging, bei Rindern ein möglichst breites Hinterteil zu erzeugen. Dies gelang (wohl einseitig die Muskulatur betreffend) so gut, daß die Verfolgung des Versuchs aufgegeben werden mußte, weil durch die Breite der Föten deren Geburt zu sehr erschwert wurde. Man kann solchen und den sehr vielen ähnlichen Erfahrungen der Züchter doch nicht den

Glauben absprechen. Hierher gehören auch die Versuche von Kammerer (75) mit Alytes obstetricans. Diese Tiere, die normal auf dem Lande ihre großen Eier von dem Männchen abnehmen und aufwickeln lassen, wurden durch große Hitze in ihrem Raum gezwungen, ins Wasser zu gehen und dort ihre Eier abzusetzen. Bei fortdauernder Züchtung wurden ihre Eier kleiner und die Larven schlüpften unvollkommener ausgebildet aus. Die wieder unter normalen Verhältnissen aufgezogenen Jungen behielten die Weise der Eltern im Wasser zu laichen, bei. Baur (6 A.) will hier eine Veränderung der Vererbung nicht zugeben. Es sei nicht vererbbar eine gewisse Eigröße, eine gewisse Ausbildung des Brutpflegeinstinkts usw., sondern ein vererbbares, konstantes Merkmal sei eine bestimmt begrenzte Modifizierbarkeit der Eigröße, des Instinkts usw. Die Veränderung des Instinkts beweist eine Veränderung der Struktur des zentralen Nervensystems, da doch wohl nicht auf das Gedächtnis zurückzugreifen ist. Solche Veränderung bedingt aber eine Veränderung der Vererbungsanlage.

Hierher sind dann auch die Versuche von Tower (76) zu rechnen. Heiß und trocken gehaltene Chrysomeliden wurden dadurch so modifiziert, daß ihre Färbung und Zeichnung erheblich verändert wurde. Hörte die Hitzewirkung auf, so zeugten sie wieder normal gefärbte Junge. Die in der Hitzeperiode erzeugten Käfer mit normalen gepaart, gaben unter den Nachkommen eine Spaltung, die den Mendelregeln genau entsprachen. Baur erkennt hier den Erwerb erblicher Veränderungen an, rechnet aber den Fall den Mutationen zu, wie solche plötzlichen Veränderungen zuerst von de Vries (77) an gewissen Pflanzen, namentlich an Oenothera Lamarciana erkannt sind. Als Mutation bezeichnet Baur erbliche Verschiedenheiten zwischen den Eltern und ihren Nachkommen, — auch den vegetativ entstandenen — welche nicht auf Bastardspaltungen beruhen, sondern welche andere Ursachen haben. Es sind davon zwar nur wenig Fälle bekannt, doch dürfte es nach Baur deren mehr geben, als beobachtet worden ist. Er legt Gewicht darauf, daß es sich in solchen Fällen um Verlust von Erbeigenschaften handle, aber es werden dann doch die Erbreste desto intensiver zu arbeiten vermögen. Beispiele von Mutation im Tierreich scheinen mir die (8, S. 213) referierten Entstehungsgeschichten der Ancon- und Mauchampschafe zu sein. Auch findet sich, wie in (10) ausgeführt, für die Peridinee Ceratium tripos im Ozean vielleicht eine derartige Mutationsperiode, wie sie de Vries für seine Mutationen postuliert.

XIV. Das Entstehen der Arten.

Abgesehen von der Möglichkeit einer Urzeugung müssen alle neuen Arten aus alten hervorgegangen sein. Man denkt zunächst daran, daß aus Bastardzeugung eine neue Art entstehen kann, aber die Bastarde sind mehr oder weniger unfruchtbar und nach den Mendelregeln spalten sie fortwährend die alten Arten aus sich ab und sind daher nicht fähig, wirkliche neue Arten zu bilden.

Da die Gameten die Formbildung und auch wohl die Beschaffenheit des Protoplasmas beherrschen, muß deren Aufbau verändert worden sein, wenn neue Arten entstehen. Es ist zur

Zeit nicht daran zu denken, daß man eine Art an der Form des Spermas, des Pollen oder des Eikerns, oder gar an dem Aufbau der Gameten sollte erkennen können. Es werden zwar Experiment und Mikroskop bei den bezüglichen Untersuchungen helfen müssen, aber zunächst ist die auf Empirie fußende Denktätigkeit unerläßlich. Sie leitet und führt auch oft zu zweckentsprechenden Versuchen. Über die Untersuchungen der Forscher müßte schlecht berichtet sein, wenn die Forscher nicht erlauben sollten, auf ihren Berichten so zu bauen, als wenn man die Untersuchung selbst gemacht hätte. So aufzubauen wird hier versucht, und insofern kann dies Kapitel nicht als in der Luft schwebende Spekulation bezeichnet werden.

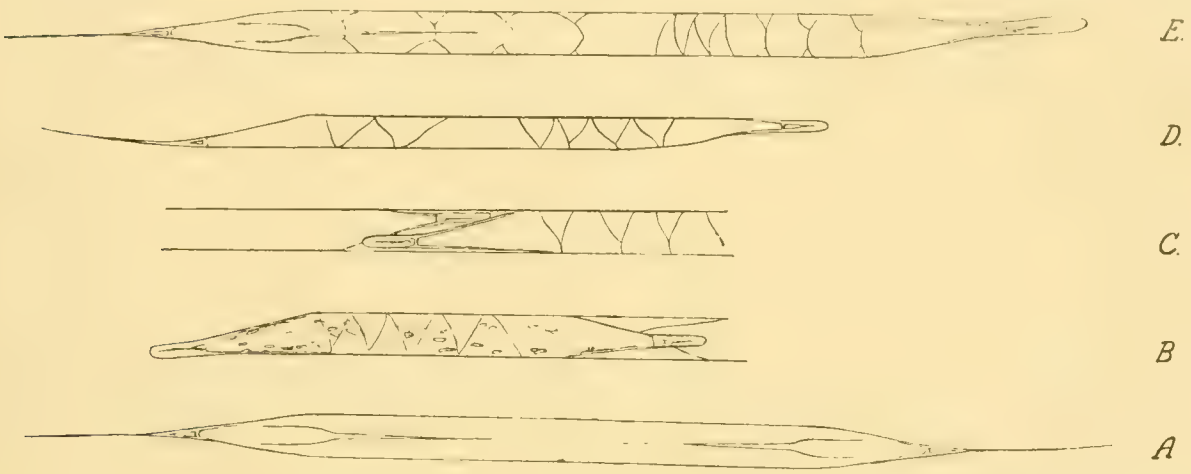
Die Entstehung neuer Arten aus anderen ist m. E. auf eine Umwandlung der Struktur einer Anzahl von Chromiolen und deren Gruppenzahl zurückzuführen. Für eine Umwandlung der persönlich vererbbaren Eigentümlichkeiten kann, wie schon ausgeführt (S. 63), eine einfache Verschiedenheit in der Größe der Chromiolen nicht verantwortlich sein. Bei einer Artbildung aus einer anderen kann es sich wohl nur um eine größere Veränderung in der Zahl bestimmter Chromiolengruppen oder um eine Veränderung in deren Struktur handeln. Für eine Strukturänderung ist eine Veränderung der chemischen Bestandteile der Zelle Bedingung, denn nur an eine solche kann eine Strukturänderung geknüpft sein. Eine Neubildung von Chromiolen aus dem Kernsaft heraus kann nicht angenommen werden, denn dafür ist der Typus einer Spezies und deren Zahl von Chromatinbändern viel zu fest bestimmt. Ein Vergehen von Chromiolen möchte ich gleichfalls nicht zulassen. Es ist indessen wohl denkbar, daß bei den Teilungen ähnliche Chromiolenreste beider Gameten infolge ungenügender Ergänzung schließlich so klein werden, daß sie sich mit den benachbarten Chromiolenresten vereinen und daß auf diese Weise eine Reduktion erfolgt. Hat doch Altmann sogar nachgewiesen, daß in den Chromiolen noch eine Zusammensetzung aus viel kleineren Körnern erkannt werden könne. Da die Chromiolen sich teilen können, liegt die Möglichkeit, daß sie sich durch *Längsteilung* in einem Band vermehren können, genügend nahe.

Da sich bei jeder Zellteilung die Substanz der Chromiolen zur Hälfte erneuern muß, würde eine Veränderung der Zusammensetzung der Bestandteile, wenn auch successive, doch sehr bald vollendet sein können; es müßten aber entsprechende *Veränderungen des Stoffwechsels* eingetreten sein. Veränderungen des Körperbestandes können oft beobachtet werden. Ich erinnere nur daran, daß bei Spargelgenuß oder Einnahme von Terpentin und von manchen anderen Medikamenten im Urin veränderte Ausscheidungen merklich werden. Hühnereier haben bei Maisfütterung einen besonderen Geschmack, Kuhmilch bei Rübenfütterung. Nach Abderhalden (79) entsteht sogar im Blut trächtiger Säuger ein Ferment, das Plazentateile aufzulösen vermag und sonst meistens fehlt. Die Produkte der Verdauung werden je nach der bei ihr herrschenden Wärme etwas verschieden sein können, und überhaupt wird eine Veränderung der Nahrungsstoffe Veränderungen auch im Aufbau des Kerns bewirken können. Das Beispiel der körperlichen Veränderungen, die das Leontodon taraxacum auf Bergen gegenüber den Talformen aufweist, die sehr bedeutend sind, zeigt, daß dennoch sich seine Vererbung nicht ver-

ändert hat. Es wäre aber doch gewagt, die Möglichkeit einer Veränderung der Keimzellen, die bis zur Bastardunfruchtbarkeit gehen könnte, völlig abzuleugnen. Ein solcher Fall ist bei normal entwickelten Geschlechtsteilen zwar bisher nicht aufgefunden, aber die Mutationen weisen erbliche Veränderungen auf, die doch nahe bis an diesen Punkt heranführen.

Recht eigentümliche und wie mir scheint sehr beachtenswerte Fälle der Neubildung von Arten sind die folgenden.

Figur 20.



Von den abgebildeten Diatomeen wird A. als Rhizosolenia hemispina und B. als Rh. hebetata bezeichnet. Diese teilt sich, wie Fig. C zeigt, völlig normal in zwei gleiche Tochterzellen und dasselbe gilt für die Rh. hemispina. Die beiden Arten sind voneinander mit genau dem gleichen Recht unterschieden, wie sonstige Rhizosolenien; die alle wesentlich in der Form ihrer Spitzen sich unterscheiden. Es hat aber Gran (80), dem ich die Abbildungen B bis E entnommen habe, in den kalten nordischen Gewässern die Formen D und E gefunden, die ich (10) als Duplexformen bezeichnet habe. Die eine Hälfte ist hier Rh. hebetata, die andere Rh. semispina und bei Teilungen dieser Duplexzellen entstehen immer wieder eine echte Rh. semispina und eine Duplexzelle, wie Gran berichtet und wie es auch die Teilungsnarbe in E erkennen läßt. Der Fall, daß in einer Teilung in der Mitte einerseits ein Hebetata-, andererseits ein Semispinaende entstände, ist nach der Art dieser Teilungen auszuschließen. Es ist ein solcher Zwiespalt der Arbeit bei der Bildung der neuen Schalenspitzen nicht recht denkbar. Während sich die Semispinatochter durch Teilungen beliebig vermehren kann, bleibt die Duplexzelle in ihrem Hebetataende immer die alte. Sie kann sich nicht verdoppeln, ihr Kern ist ein Semispinakern geworden und sie muß schließlich absterben. Es liegt hier also die Tatsache vor, daß plötzlich aus einer Art eine andere Art geworden ist. Es ist bisher bei Rhizosolenien nur eine Sporenbildung, die ziemlich selten auftritt, gefunden worden, eine geschlechtliche Zeugung ist noch nicht bekannt, daher ist eine Bastardierung nicht demonstrierbar. Ein Saisondimorphismus würde angenommen werden können,

wenn sich zu anderer Jahreszeit etwa Duplexzellen zeigten, in deren Mitte Hebetataenden entständen. Das ist bisher nicht gefunden. In der westlichen Ostsee findet sich immer nur die Rh. semispina, von der ich bis über 200 Millionen unter dem Quadratmeter Wasser gefunden habe. In den sehr zahlreichen Untersuchungen, die seitens der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere Jahr für Jahr gemacht und zum Teil veröffentlicht worden sind, hat sich in der Ostsee niemals eine Rh. hebetata vorgefunden, die, indes ziemlich spärlich, in der Nordsee angetroffen ist. Die Duplexformen sind bisher nur im hohen Norden gefunden. Die F_1 Generation erzeugt nach Mendel entweder eine reine oder eine heterozygote F_2, die Duplexformen erzeugen immer eine reine und eine Duplexform, wenn sie sich vermehren.

Ein ähnlicher Vorgang ist für die Hefe von Hansen (81, S. 70 und S. 83) aufgefunden worden. Er findet, daß die untergärigen von den obergärigen Hefezellen durchaus verschieden sind. Unter bestimmten Umständen entstehen aber aus den untergärigen Hefezellen Duplexformen, also Zellen, die obergärige Hefe entwickeln, ohne sich selbst zu vermehren, also ohne eine wirkliche intermediäre Hefeart zu bilden. Dieser Fall scheint mir genau dem Fall bei den Rhizosolenien zu entsprechen. Von Hansen wird er als eine Art von Mutation gedeutet.

Ternetz (82) hat gefunden, daß Euglena gracilis zuweilen bei normaler Belichtung eine chlorophyllfreie und daher rein saprophytische Form bildet, die selbst bei vierjähriger Züchtung nicht wieder normal und Chlorophyll bildend wurde. Die Teilung, durch die diese Form entsteht, ist nicht direkt gesehen worden. Wenn die saprophytische Form sich unter Naturbedingungen hielte, würde sie wohl als besondere Art anzuerkennen sein, aber sie erhält sich nicht in freiem Zustand. Solche Fälle kann ich also nicht als einen Transitus einer Art in eine andere in Rechnung stellen, sondern ich kann höchstens sagen, es liege ein verunglückter Versuch zur Bildung einer neuen Art vor. Nach Rosenblat (91) entstehen bei Chlorella protothecoides neben farbigen auch *ungefärbte* Formen. Nach seinen Versuchen bewirkt der Extrakt aus der farblosen Kultur in Säugerblut nur Agglutinierung mit Extrakt der weißen Kultur, nicht mit dem der grünen; das Gleiche gilt für Extrakte der grünen Kultur. Dies spricht dafür, daß es sich wirklich um Neubildung einer Art handelt.

Bei höheren Organismen ist die Entstehung einer Zellenart aus einer anderen, mit Veränderungen der Fermentbedingungen, typisch, nur führt dies hier zur Entstehung der Organe. Es ist mindestens fraglich, ob in solcher Weise neue Arten entstehen können.

Für die Möglichkeit, daß heute noch neue Arten entstehen könnten, liegt ein Beweis darin vor, daß Maultiere und überhaupt sehr viele Bastarde, wenn sie nur fruchtbar wären, ebensogut wild leben könnten, wie z. B. die vorhandenen Equinusarten. Es ist daher zu beachten, daß auf die Weise, wie wir diese Bastarde bilden, neue Arten in der Natur wohl nicht entstehen. Ferner ist die Erwartung, daß Neubildungen durch lange Reihen von Übergängen entstehen müssen, nicht unbedingt gerechtfertigt. Es ist jedoch, wie ich in (10) ausgeführt habe, zu erwarten, daß noch heute Übergänge einer Art in eine andere vorhandene Art stattfinden, wenn überhaupt solche Übergänge in Zeiten stattgefunden haben, in denen die Lebensbedingungen auf der Erde schon den jetzigen Bedingungen genügend glichen. Unter dieser Be-

dingung, die am weitgehendsten im Meere gelten dürfte, können auch wohl alte Stämme wieder auftreten. Rhumbler (83, S. 396) findet in der Tat, daß Argirvanellum, eine alte Art der Foraminiferen, in einigen Erdepochen wiederholt neu aufgetreten ist. Für nahe Stammformen der höheren Landtiere dürften solche Möglichkeiten ausgeschlossen sein, da die Lebensbedingungen zur Zeit jener Fossilien gegenüber der heutigen Epoche zu sehr verändert sind. Auf die Frage der Urzeugung gehe ich hier nicht weiter ein. Es mag sein, daß gelegentlich vulkanischer Gewitter Cyanverbindungen oder Ähnliches entsteht, dann restiert aber die Notwendigkeit von deren Belebung. Tatsache ist, daß absterbendes Eiprotoplasma durch Eintritt eines Kerns belebt wird. Es kann daher die Meinung wohl nicht abgelehnt werden, daß die ersten Organismen durch „geschlechtliche" Zeugung entstanden seien.

XV. Der Untergang der Arten.

Die untergegangenen Arten haben schließlich wohl alle an Inzucht und den damit verknüpften Schlackenbildungen gelitten. Für Alka impennis, von der meines Wissens ein letztes wanderndes Pärchen 1848 in dänischen Gewässern gesehen wurde, und von Rhytina Stelleri wurden zuletzt nur noch wenige Exemplare beobachtet. Die eigentliche Frage ist aber, was, abgesehen von Vernichtung durch den Menschen und dessen Haustieren, die primäre große Abnahme der Zahl verursacht hat. In dieser Beziehung möchte ich auf das eigentümliche Verhalten aufmerksam machen, das die aus dem Colorado 30° N. B. Stiller Ozean nach Europa eingebürgerte Regenbogenforelle (Trutta iridea) gezeigt hat. In der ersten Zeit nach ihrer 1880 erfolgten Einführung wurde der Fisch von den Züchtern in fast allen Beziehungen gelobt und erwies sich selbst bei ungünstigen Außenverhältnissen widerstandsfähig. Nach Hofer (70) begannen dann zunächst bei einzelnen Fischen Sperma und Eier vor völliger Reife zu degenerieren, später fanden sich häufig schlecht gedeihende Fische und jetzt unterliegen die Tiere in großen Massen verschiedenartigen Krankheiten. Namentlich erkrankt die relativ kleine Leber, wie Plehn (85) näher ausführt, an einer Belastung der Leberzellen mit schwer löslichem Fett unter Sistierung der Gallensekretion. Dagegen degenerieren die gleichfalls aus Amerika 1884 aus mehr nördlichen Bezirken des atlantischen Ozeaans eingeführten Bachsaiblinge, Salmo fontinulis, die unter gleichen Bedingungen gehalten und gezüchtet werden, bis jetzt durchaus nicht. Über jetzt frisch eingeführte Regenbogenforellen berichtet Nanz (86), daß sie bezüglich Lebenskraft und Wachstum durchaus befriedigen, auch ist bemerkenswert, daß ihre Laichperiode etwa drei Monate andauert, während die alt eingeführten Forellen nur 14 Tage lang laichen.

Für die Wissenschaft wäre ein schärfer eindringender Nachweis der Degeneration zu wünschen. Da aber bei der weiten Verbreitung des Fisches in Europa und bei der gleichzeitigen Aufzucht sehr vieler Fische in dem gleichen Gewässer an Inzucht wohl nicht zu denken ist, auch alle Züchter übereinstimmender Meinung sind, dürften die Tatsachen richtig gedeutet sein. Ich erinnere übrigens daran, daß Renntiere und Moschusochsen sich aus den früher bewohnten südlicheren Gegenden zurückgezogen haben und daß sie dort, wo die Brücke nach Norden verloren gegangen war, ausgestorben sind. Der wenig dicht verbreitete und schlecht bewaffnete Mensch jener Zeiten hat sie doch ebensowenig, wie z. B. das Rotwild, ausrotten können. Über-

haupt ist ja zweifellos der Klimawechsel für das Aussterben der höheren Urweltstiere verantwortlich. Hier kam es nur darauf an zu zeigen, wie schon eine relativ geringe Veränderung der Außenbedingungen genügt hat, um in einem Fall die ersten Stadien des Aussterbens herbeizuführen, und wie sich dabei die Dinge gestalten.

XVI. Versuch einer Übersicht der Ergebnisse.

Das Ergebnis der Arbeit ist die Klarstellung des Zusammenhangs des cytologischen mit dem makroskopischen Geschehen der Vererbung. Dabei bildet die Chromiolenlehre im Verein mit der Bildung von Kernschlacken, der Karyokinese und der Panküäsie die Grundlage.

Diese Bedingungen greifen so sehr ineinander, daß die Ergebnisse nicht kurz zusammengefaßt werden können. Es muß genügen, den wesentlichen Inhalt der einzelnen Kapitel anzugeben:

1. Es wird auf die große Einfachheit der Lebensbedingungen auf hoher See hingewiesen.

2. Tod und Zeugung sind Correlate. Ursprünglich konnte im Meer nur ein Tod aus Altersschwäche vorhanden sein,[1]) dem später der Tod aus anderen Gründen zu Hilfe gekommen ist.

Der Tod der Person, der persönlichen Form und der Tod der Protisten wird gesondert untersucht.

Bei dem Tod der Person spielt die Altersschwäche eine bedeutende Rolle, was wesentlich an dem Beispiel des Menschen nachgewiesen wird, aber allgemein gilt.

Der Tod der persönlichen Form kann sich in der Parthenogenese, Pädogenese und dem Generationswechsel weit hinausziehen. Künstlich kann durch Knollen und Stecklinge das Altersleiden völlig fern gehalten werden.

Bei den Protisten finden Wucherungen statt, ehe Zeugungen eintreten. Es wird auf diese Wucherungen näher eingegangen. Bei perennierenden Protisten erlöscht gleichfalls die persönliche Form periodisch. Auch bei Protisten kann der Tod der persönlichen Form künstlich hintan gehalten werden.

3. Abgesehen vom gewaltsamen oder durch Parasiten verursachten Tod scheint als Todesursache Nahrungsmangel, Vergiftung durch Anhäufung von Ausscheidungen und durch Schäden in der Person angesehen werden zu können. Es wird nachgewiesen, daß die ersten beiden Ursachen nicht als primärer Grund eines allgemeinen Sterbens gelten können. Mit der Zeit anwachsende Schäden in der Person sind Altersschäden. Es wird die Hypothese aufgestellt, daß es sich dabei um Anhäufung von Schlacken handeln müsse, die namentlich den festen Substanzen des Kerns anhaften dürften. Die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Schlacken wird begründet.

4. Auf die Funktionen des Zellkerns wird zunächst im allgemeinen eingegangen. Der Dualismus zwischen Kern und Protoplasma und die Selbständigkeit des Kerns wird betont und seine Beziehungen zu den Zellfermenten werden in Erwägung gezogen. Über die Deutung der farbliebenden Körner als Kernäquivalente bei Beggiatoa und Polythalamien

[1]) Abgesehen von vulkanischen Ausbrüchen.

wird berichtet. Die Beobachtungen Wisselinghs an kernfreien und kernreichen Spirogyrazellen deuten auf ein raschesVergehen der vom Kern abhängigen Zellenzyme und auf eine gewisse Abstoßung zwischen den Kernen. Auf die indirekte Kernteilung wird unter besonderer Berücksichtigung der Chromiolen in den Chromatinbändern mit Hilfe eines Schemas näher eingegangen und gezeigt, daß der Vorgang möglichst in zwei Ansichten des Kerns untersucht werden muß. Da sich die Chromiolen zweiteilen, gehen sie völlig gleichmäßig in die Tochterzellen hinüber, was bezüglich des Protoplasmas nicht gesichert ist.

5. An Beispielen aus dem Tier- und Pflanzenreich wird gezeigt, daß die vererbende Anlage in weitgehender und starrer Weise die Formungen der Organismen beherrscht. Äußere Einflüsse können die Formen der Organismen verändern, weil der Vorgang der Vererbung der Mitwirkung der Außenwelt — Nahrung, Temperatur, Licht — bedarf. Was sich dabei ändert, sind meistens nicht die Erbanlagen, sondern Art und Wirken der von diesen abhängigen Enzyme.

Es wird eine Vererbung des Typus und eine persönliche Vererbung unterschieden. Im ersteren Fall hat das, im weiteren Sinn aufgefaßte, Protoplasma eine bedeutende Wirksamkeit. In letzterem Fall fehlen auf die Vererbung einwirkende Protoplasmaunterschiede, was namentlich bei Autogamie erweisbar ist. Selbst bei günstigen Bastardierungen ist vererbende Wirkung von Eigenheiten des Protoplasmas so gering, daß sie selten beobachtet wird. Andere Bestandteile als der Kern des Spermiums spielen bei der persönlichen Vererbung durch das Spermium keine Rolle.

6. Das Verhalten der Kerne als Gameten wird zunächst mit Hilfe von Reproduktionen aus einer größeren Arbeit von G. Retzius nachgewiesen und näher begründet.

7. Die besondere Betrachtung der Chromiolen und deren Veränderungen legt den Gedanken nahe, daß diese im Beginn jeder Teilung eine Masse von Zellenzymen entwickeln oder an sich verdichten und zu den Tochterzellen mit hinüber nehmen, um sie dort an das Protoplasma abzugeben. Die Chromiolen werden als hauptsächlichste Träger der Erbanlagen in Anspruch genommen. Trifft dies zu, so müssen sich die Gameten mindestens in den Geschlechtszellen getrennt erhalten. Die Erfahrungen über die Gametentrennung bei Befruchtung zwischen Ascaris univalens und bivalens entsprechen zwingend dieser Forderung. Das Gleiche gilt für Erfahrungen an Cyclopsarten. Es muß sich die Trennung der Gameten dann aber auch noch durch das Ruhestadium des Kerns hindurch erhalten. Im Knäuelstadium und nach der Teilung im Bläschenstadium und selbst noch später scheinen sich die Chromatinbänder und damit auch deren Chromiolen getrennt zu halten. In dem eigentlichen Ruhestadium des Kerns ist davon nichts mehr zu sehen, doch finden sich zuweilen deutlich in diesem Stadium zwei Nucleolen vor.

8. Bezüglich der Frage, was Träger der Vererbung sei, wird nachgewiesen, daß Begleitsubstanzen des Spermiums dies nicht sein können. Überhaupt können nur Strukturen und nicht chemische Substanzen solche Träger sein. Dann wird auf die Erfahrungen von O. Hertwig über Erkrankung der Gameten durch Farbstoffe und Radiumbestrahlung eingegangen. Ein erkrankter Gamet beeinflußt den gesunden, doch findet nie ein Zusammenfließen der Gameten statt. Wissenschaftliches Denken fordert die Annahme, daß

die Struktur der Chromiolen sich auch im Ruhestadium des Kerns erhält. In diesem Fall erhält sie sich auch durch alle Mitosen hindurch, und nicht nur das befruchtete Ei, sondern alle Zellen der Person sind geschwängert; es findet eine Panküäsis statt. Sowohl Sperma- wie Eikern können für sich allein der Entwicklung in gewisser Ausdehnung vorstehen. Die Unterscheidung der Gameten in männliche und weibliche ist nur so lange berechtigt, als sie ihrer Abstammung nach erkannt werden können; sie sind Träger der persönlichen Eigenheiten ihres Erzeugers und zum Teil des Typus. Sie können Träger beider Geschlechter sein.

9. Ohne Befruchtung vermehren sich namentlich die niederen Organismen in ausgedehnter Weise; dennoch wird häufig, wenn nicht immer, in den Zyklus eine Befruchtung eingeschoben. Bei vielen Protisten haben schon einfache Zellteilungen die Bedeutung einer Zeugung; doch läßt sich für die Diatomeen nachweisen, daß noch andere Arten der Zeugung erforderlich werden. Beispiele der vegetativen Vermehrungsweisen werden vorgeführt. Auf die Unterschiede in der Fruchtbarkeit parthenogenetischer Zeugungen wird kurz hingewiesen.

10. Bezüglich der Befruchtung wird der Vorgang der Anregung der Entwicklungstätigkeit, die Bildung einer neuen Person und die Verjüngung getrennt behandelt.

Die Anregung geschieht durch die Penetration des Spermiums in den Dotter und von letzterem aus. Beweisend sind dafür die Einstichversuche und die Beobachtungen, daß schwer erkrankte Spermien zwar die Entwicklung auslösen, aber sich doch zuweilen nicht dem Eigameten anlegen, sondern im Dotter vergehen. Schwierigkeiten macht die Verzögerung der Entwicklung, wie sie z. B. bei den Dauereiern eintreten. Hier ist das Verhalten der Zygote noch nicht geprüft worden. Bei Pseudogamie handelt es sich wohl meistens nur um die Penetrationswirkung; auch bei Autogamie könnte die Penetration das Wichtigste sein.

Neubildung einer Person entsteht nur durch Fremdbefruchtung, denn Autogamie gibt nichts eigentlich neues. Auf das Verhalten der Chromiolen wird näher eingegangen. Die chemische Masse der ersten Gameten muß bald durch die Teilungen und den Stoffwechsel verschwinden, nur eine Struktur, wie sie den Chromiolen zugeschrieben werden muß und wie sie den Chromoplasten zuerkannt wird, kann sich durch fortdauernd neuen Ausbau dauernd erhalten. Nur eine Struktur kann die Vererbung in der Weise beherrschen, wie es beobachtet wird.

Bei der Verjüngung kommt es wesentlich auf die Fernhaltung und Entfernung der Kernschlacken an. Auf die Vorstellung, die sich aus dieser Einsicht über die Schlacken deren Anhäufung und Entfernung entwickelt, wird näher eingegangen.

Verjüngung kann ohne geschlechtliche Zeugung erfolgen. Dabei handelt es sich um dreierlei, nämlich: um periodische Beschleunigung der Kernteilungen, um Abstoßung von Kernteilen und um Veränderungen des Stoffwechsels.

Bei der Verjüngung durch geschlechtliche Zeugung findet eine erhebliche Abstoßung von Kernsubstanz durch die Richtungskörperchen statt, zugleich eine Veränderung in der Zusammensetzung der Zygote und damit zugleich eine Veränderung des Stoffwechsels und der Schlackenbildung.

Bei der Bastardierung erreicht diese Veränderung einen hohen Grad. Bei sehr weit gehendem Artunterschied schädigen sich die Gameten. Die Beschaffenheit des Protoplasmas

kann auch schädigen, so daß die Anziehung der Gameten ausfällt und da die Penetration allein wirkt, Parthenogenese eintritt, was ungünstiger für die Schlackenentfernung ist.

Es wird versucht eine Erklärung der Unfruchtbarkeit der wirklichen Bastarde zu geben.

Die Inzucht wirkt für die Entfernung der Schlacken ungünstig.

Bei der normalen Zeugung sind zwar die Träger der typischen Vererbung im Kern doppelt vertreten und gleich, nicht aber die Träger der persönlichen Vererbung. Deren Beschaffenheit in bezug auf die Chromiolen wird

11. Die Resultate der Mendelstudien werden angegeben und die daraus folgenden Regeln werden mitgeteilt. Es wird nachgewiesen, daß die Faktorenhypothese mit diesen Regeln nicht recht vereinbar ist. Die erbliche Fixierung der Streifen- und Fleckenbildung wird zu erklären versucht.

12. Die Häufigkeit der Inzucht kann auf Grund der Mendelregeln näher bestimmt werden. Die Rechnung wird für die Konjugation näherer Verwandten durchgeführt. Es zeigt sich, daß Inzüchtige selten genug auftreten, um in vielen derartigen Konjugationen ganz vermißt werden zu können.

13. Für die Wirkung der Selektion werden die Ergebnisse von Johannsen in Erwägung gezogen, die die starre Bindung der Vererbung bestätigen. In ihrer vollen Ausdehnung können die Schlüsse von Johannsen wohl nicht gelten. Gegen Baur wird die Berechtigung der Unterscheidung von Arten usw. verteidigt. Die Mutation wird besprochen.

14. Für die Entstehung von Arten werden an Duplexformen Beispiele gegeben.

15. Für das Vergehen von Arten wird das Beispiel der Regenbogenforelle angezogen.

Literaturhinweise.

1. Delage, Ives, La structure du Protoplasma et les theories sur l'Hérédité. Paris 1895.
2. Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Teil. Jena 1903.
3. Haecker, Valentin, Allgemeine Vererbungslehre. Braunschweig 1911.
4. Goldschmidt, Richard, Einführung in die Vererbungswissenschaft. Leipzig 1911.
5. Punnet, R., C., Mendelism. Cambridge 1910.
6a. Baur, Erwin, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin 1911.
6b. Jensen, Paul, Organische Zweckmäßigkeit, Entwicklung und Vererbung. Jena 1907.
7. Reinke, J., Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin 1911.
8. Hensen, V., Die Physiologie der Zeugung, in: Hermann, Handbuch der Physiologie. 1881.
9. —, Die Grundlagen der Vererbung, Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin 1885. S. 731.
10. —, Das Leben im Ozean, in: Ergebnisse der Plantonexpedition. Kiel u. Leipzig 1911.
11. Schwalbe, J., Lehrbuch der Greisen-Krankheiten. Stuttgart 1909.
12. Heincke, Untersuchungen über die Scholle. Conseil permanent international pour l'exploration de la mer. Kopenhagen 1913.
13. Wille, Schizophyceen, Ergebnisse der Planktonexpedition, Bd. IV f.
14. Lohmann, H., Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, N. F., Bd. X, Abtl. Kiel 1908.
15. Lemanowska, Die Algenflora der Limmat. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. VII.
16. Hensen, V., Über die Bestimmung des Plankton. V. Bericht d. Kommission zur wiss. Untersuchung d. deutschen Meere, 1882/87. Berlin 1887.
17. Koernicke, M., Der heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung. Berichte d. deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 21, 1903.
18. Apstein, Biologische Studie über Ceratium tripos. . . . Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abtl. Kiel, Bd. XII, 1910.
19. Rubner, M., Verlust und Wiedererneuerung im Lebensprozeß. Sitzungsber. d. preuß. Akademie d. Wissenschaften. Bd. XXI, 21. März 1911, S. 457.
20. Benecke, Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten der Algen. Internationale Revue d. gesamten Hydrobiologie, Bd. I, 1908, S. 533.
21. Fritsch and Rich, Studies on the Occurence and Reproduction of Britisch Freshwater Algae in nature. Annals of Botany XXI, 1907, p. 425.
22. Semper, K., Über die Wachstumsbedingungen des Lymnaeus Stagnalis. Verhandl. d. Würzburger phys.-med. Gesellschaft, N. F., Bd. XIV, und: Die natürlichen Existenzbedingungen d. Tiere, Tl. I, S. 197 in Bd. 39 der internationalen wissenschaftl. Bibliothek. Leipzig 1880.
23. Raben, E., Ist organisch gebundener Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden? Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abtl. Kiel, Bd. XI, 1910.
24. Lendl, A., Hypothese über die Entstehung von Soma- und Propagationszellen. Jena 1890.
25. Hinze, Über den Bau von Beggiatoa mirabilis. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abtl. Kiel, Bd. II, 1902, S. 185.
26. Rhumbler, L., Die Foraminiferen. Ergebnisse d. Planktonexpedition, Bd. III, L. E. Kiel 1911/13.
27. van Wisselingh, Zur Physiologie der Spirogyren. Beihefte zum botanischen Zentralblatt, Bd. XXIV, 1, 1909, S. 168.
28. Eisen, G., The Chromoplasts and the Chromioles. Biologisches Zentralblatt, Bd. 19, 1899.
29. Altmann, Elementarorganismen. Leipzig 1894. Taf. XXXIII.
30. Borgert, Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien, speziell von Aulacantha scolymantha. In zoologische Jahrbücher, Abtl. für Anatomie u. Ontologie, XIV 2, 1900, Taf. 16, Fig. 23.

31. Roux, W., Über die Bedeutung der Kernteilungsfiguren. Leipzig 1884.
32. Loeb, J., and Bancroft, Can the Spermatozoon develop outside the Egg? Journal of experimental Zoölogie, Vol. 12, Nr. 3, April 1912.
33. Boveri, Th., Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphologie u. Physiologie, München, 5. Bd., 1895.
—, Über die Befruchtungsmöglichkeit und Entwicklungsmöglichkeit kernloser Seeigeleier. Archiv für Entwicklungs-Mechanik, Bd. 2, 1895.
—, Über den Einfluß der Samenzelle auf die Larvencharaktere. Ebenda, Bd. 16, 1903.
34. Auerbach, L., Über einen sexuellen Gegensatz der Chromophilie der Keimsubstanzen. Sitzungsber. d. preuß. Akademie d. Wissensch. Berlin 1891. S. 713.
35. Retzius, Gustav, Biologische Untersuchungen. N. F., XVI, 1911, Untersuchungen 1 bis 4.
36. Fischer, A., Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena 1897.
37. Flemming, W., Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig 1882.
38. Boveri, Zellenstudien. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 20, 1888.
39. Herla, V., Etudes des variations de la mitose chez L'Ascaride mègalocephala. Archives biolog. Vol. 13, 1893.
40. Zoja, R., Sulla indipendenza della cromatina paterna e materna nel nucleo delle cellule embrionale. Anatomischer Anzeiger, 15. November 1895, Bd. XI, Nr. 10.
41. Beneden, Ed., van, Recherches sur la Maturation de l'oeuf, la Fecondation et la Division cellulaire. Gent et Leipzig 1883.
42. Haecker, V., Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 47, 1895.
43. Köhler, A., Mikrophotographische Untersuchungen mit ultraviolettem Licht. Zeitschrift f. wissensch. Mikroskopie u. f. mikroskopische Technik, Bd. XXI, 1904.
44. Zacharias, O., Zur Cytologie des Eies von Ascaris. Anatomischer Anzeiger, Bd. 42, 1912, S. 353.
45. Hertwig, O., Mesothoriumversuche an tierischen Keimzellen. Sitzungsber. d. preuß. Akademie d. Wissensch., Bd. XL, 1911, S. 844.
46. —, Veränderungen der idioplasmatischen Beschaffenheit der Samenfäden durch physikalische und durch chemische Eingriffe. Ebenda, Bd. XXXI, 1912, S. 554.
47. Hertwig, Günther, Das Schicksal der mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Seeigelei. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 79, 1912, S. 201.
48. Hertwig, Paula, Die durch Radiumerkrankung . . . Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 77, 19.
49. —, Das Verhalten des mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Froschei. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 81, 1913, S. 173.
50. Meves, Fr., Über die Beteiligung der Plasmochondrien an der Befruchtung. . . . Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 76, 1911, S. 638.
51. —, Verfolgung des sog. Mittelstücks des Echinidenspermiums. . . . Ebenda, Bd. 80, Abtl. II, S. 81, 1912.
52. Guilliermond, A., Recherches Cytologiques. . . . Archives d'Anatomie microscopique, Tom. XIV, S. 309. Paris 1912.
53. Schimper, Untersuchungen über Chlorophyllkörper . . . Jahrbuch f. wissensch. Botanik, Bd. XVI, 1885.
54. Bataillon, E. H., La problème de la Fécondation. Archives de Zoologie experimentale, 5me Serie, Tom. VI, 1910.
55. Johannsen, Erblichkeitsforschung. Abderhalden, Fortschritte der naturwissenschaftl. Forschung, Bd. III, 1911.
56. Settegast, H., Die Tierzucht. Breslau 1888.
57. Mangin, L., Phytoplankton de l'Atlantique. Annales de l'Institut Oceanographique, Tom. IV, Prs. I.
58. Murray, G., On the Reproduction of some Marine Diatoms. Proceedings Royal society of Edinburgh, Vol. 21, 1895/97.
59. Gran, Die Diatomeen der arktischen Meere. Fauna arctica von Römer und Schaudinn, Bd. III. Jena 1904.
60. Apstein, A., Das Plankton der Küste von Südwestafrika. Schultze, Zoologische und anthropologische Ergebnisse, Bd. V 1. Jena 1912.

61. Woodruff, Two thousend generations of Paramecium. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 21, 1911.
62. Bambeke, van, Sur les trous vitellins. Bulletins de l'Akademie Belgique, 1876.
63. Roux, W., Die Bestimmung der Medianebene des Froschembryo . . . Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 29, 1887.
64. Hensen, V., Über eine Züchtung unbefruchteter Eier. Zentralblatt f. d. med. Wissensch., 1869, Nr. 26.
65. Kautsch, Über Auftreten und Teilungen abnorm großer zweiter Richtungskörper. Verhandlungen d. Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1911.
66. Lüders, Joh. E., Beobachtungen über die Organisation der Diatomeen. Botanische Zeitung, 1862.
67. Loeb, Jak., Heredity in heterogeneous Hybrids. Journal of Morphology, Vol. 23, Nr. 1. March 1912.
68. Smith, William, Synopsis of the British Diatomaceae. London 1853.
69. Poll, H., Mischlingsstudien. VII. Sitzungsber. d. preuß. Akademie d. Wissensch., Bd. 38. Berlin 1912.
70. Hofer, B., Degenerationserscheinungen bei der Regenbogenforelle. Allgemeine Fischereizeitung, 1907, Nr. 24, S. 510.
71. Davenport, Gr. C. and Ch. B., Heredity of Skin Pigmentation in Man. The American Naturalist, Vol. 44, Nov. 1910.
72. Mendel, Gregor, Versuche über Pflanzenhybride. Flora, Bd. 80, 1901.
73. Hegner, R. W., The Origin and Early History of the Germ-Cells in some Chrysomelid beetles. Journal of Morphology, Vol. XX. Philadelphia 1909.
74. Porter, A. E., On the Inactivation of ferments and the Production of antiferments in vitro in the presence of artificial membranes. Quarterly Journal of experimental Physiology, Vol. III, 1810.
75. Kammerer, Anpassung und Vererbung. Unter anderem in: Himmel und der Erde, Jahrg. 23, Heft 9 und 10, 1911. Sonst in: Archiv f. Entwicklungsmechanik.
76. Tower, An Investigation of Evolution in Chrysomelid Beetls. Papers of the station for Experimental Evolution. Carnegie Institution. Washington 1906.
77. de Vries, H., Die Mutationstheorie. Leipzig 1901—1903.
78. Darwin, Ch., Variieren der Tiere und Pflanzen. Übersetzt von Carus. 1868, Bd. II, S. 9.
79. Abderhalden, E., Diagnose der Schwangerschaft . . . Deutsche med. Wochenschr. Nr. 46, 1912.
80. Rubner, M., Über die Nahrungsaufnahme bei der Hefezelle. Sitzungsber. d. preuß. Akademie d. Wissenschaften VIII, IX. Berlin 1913.
81. Hansen, Emil Chr., Levure haute et Levure basse. Comptes rendus des travaux de laboratoire de Carlsborg, 9me Vol., 1911.
82. Ternetz, Charlotte, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Euglena gracilis. Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 51, 1912.
83. Plehn, Marianne, Zur Degeneration der Regenbogenforelle. Allgem. Fischerei-Zeitung, 1911, Nr. 14.
84. Nanz, Fr., Zum Bezug von Regenbogenforelleneiern aus Amerika. Ebenda.
85. Herbst, O., Vererbungsstudien. V. Archiv f. Entwicklungsmechanik, Bd. 24, 1907.
86. Tschermak, A. v., Über den Einfluß der Bastardierung auf Form, Farbe und Zeichnung von Kanarieneiern. Bot. Zentralblatt 30, 1910.
87. Mencl, Em., Nachträge zu den Kernstrukturen und Kernäquivalenten bei Bakterien. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 21, 1911.
88. Haberlandt, Zur Physiologie der Zellteilung. Sitzungsber. d. preuß. Akademie d. Wissensch. XVI., S. 318. Berlin 1913.
89. Herbst, C., Vererbungsstudien. VI. Archiv f. Entwicklungs-Mechanik, Bd. 27, 1909.
90. Usué, R., Über die Bindung von Thymol in roten Blutzellen. Zeitschr. f. physiologische Chemie, Bd. 81, 1912, S. 175.
91. Rosenblat-Lichtenstein, Agglutination bei Algen. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1913, S. 95.
92. Burgeff, H., Über Sexualität, Variabilität u. Vererbung bei Phycomyces. Berichte d. deutschen botan. Gesellschaft. Bd. 30, S. 679, 1912.

Die Sipunculoideen der Nord- und Ostsee unter Berücksichtigung von Formen des nordatlantischen Gebietes.

Von

Johannes Fischer.

Mit 9 Figuren im Text und einer Tafel.

Vorliegende Arbeit gibt einen Beitrag zur Systematik der Sipunculoideen. In derselben habe ich die Arten beschrieben, welche der deutsche Forschungsdampfer Poseidon auf seinen Fahrten in den Jahren 1902 bis 1912 in der Nord- und Ostsee gesammelt hat. Von dem Direktor des hiesigen zoologischen Institutes, Herrn Prof. Dr. K. Brandt, wurde mir das Material gütigst zur Bearbeitung anvertraut. Um einen weiteren Überblick über die Sipunculoideen-Fauna der Nordsee zu erhalten, wandte ich mich an die Königlich Biologische Anstalt auf Helgoland und an das Hamburger Naturhistorische Museum mit der Bitte um weiteres Material. Von Helgoland wurden mir verschiedene Fangausbeuten aus der Umgebung der Station überlassen, desgleichen stellte mir Herr Prof. Dr. Michaelsen die reiche Sipunculidensammlung des Naturhistorischen Museums zu Hamburg und eine Anzahl noch unbestimmter nordischer und arktischer Formen zur Verfügung. An dieser Stelle sei es mir erlaubt, beiden Anstalten für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen bestens zu danken. Durch das Überlassen nordischer und arktischer Formen aus dem Hamburger Museum wurde es mir ermöglicht, auch die Fauna der an die Nordsee grenzenden nordischen und weiterhin der arktischen Meere mit in Betracht zu ziehen.

Die Untersuchungen wurden vom Sommersemester 1911 bis Sommersemester 1912 im hiesigen zoologischen Institut und im Institut für Meereskunde unter Anleitung meines hochverehrten Lehrers Herrn Geheimen Regierungsrats Professor Dr. K. Brandt ausgeführt, dem ich hierfür sowie für die Anregung zu dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Ferner sei es mir hier gestattet, Herrn Prof. Dr. Reibisch für die mannigfache Unterstützung und die Einführung in die Systematik, sowie den Assistenten des hiesigen zoologischen Instituts Herrn Privatdozent Dr. Kautzsch und Herrn Dr. Nolte für ihr freundliches Entgegenkommen herzlich zu danken.

Allgemeines.

Die Sipunculoidea oder Gephyrea achaeta, aus den beiden Familien der Sipunculiden und Priapuliden bestehend, hat man erst neuerdings von den Echiuroideen oder Gephyrea chaetifera abgetrennt, mit denen sie früher die Klasse Gephyrea bildeten. Diese Klasse wurde 1847 von Quatrefages aufgestellt. In seiner anatomischen Arbeit über den „Echiurus de Gaertner“ 1847 beschäftigt er sich mit der systematischen Stellung der Echiuren. Er wendet sich gegen die Cuviersche Auffassung, welche die Echiuren und Sipunculiden zusammen zu den Echinodermen stellen will, und erklärt sich mit denjenigen Systematikern einer Meinung, welche die Echiuren als Anneliden auffassen. Andererseits gibt er jedoch zu, daß gewisse Ähnlichkeiten mit den Strahlentieren und speziell mit den Holothurien vorhanden seien. Er kommt dann zu dem Resultat, daß man die Echiuren wohl als Anneliden betrachten müsse, aber als einen „type de transition“. Bei der weiteren Frage, mit welchen Anneliden die Echiuren nun zusammenzustellen seien, nimmt er den Cuvierschen Standpunkt ein, der sie Seite an Seite mit den Sipuncu-

liden stellt, entgegen der Ansicht Lamarck's und seiner Vorgänger, die sie mit den Lumbriciden vereinigten. Echiuren und Sipunculiden faßt Quatrefages dann in seiner neuen Klasse Gephyrea oder Brückentiere zusammen. Der Name selbst soll andeuten, daß es sich um Tiere handelt, die von den Würmern zu den Echinodermen überleiten, die also sozusagen eine Brücke (γέφυρα) zwischen diesen beiden Typen bilden sollen. Seine neue Klasse teilt Quatrefages dann weiter in die beiden Ordnungen der Gephyrea armata (mit Borsten versehen) und Gephyrea inermia (ohne Borsten) ein, eine Einteilung, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten hat, nur hat man statt Gephyrea armata den Namen Gephyrea chaetifera eingeführt und nennt die Gephyrea inermia auch Gephyrea achaeta. Zu der ersten Ordnung stellt er die Echiuren, zu der zweiten die Sipunculiden und Priapuliden. Bis zur Stunde hat sich die Klasse der Gephyreen, eingeteilt in die beiden eben genannten Ordnungen, erhalten. Neuerdings jedoch will man die Klasse ganz aufheben, da die drei in ihr vereinigten Familien der Echiuriden, Sipunculiden und Priapuliden zu wenig gegenseitige Übereinstimmung aufweisen. In diesem Sinne spricht sich Hérubel in seiner Sipunculidenmonographie 1907 aus: „Bref, il n'y a pas de Gephyriens. La classe établie par de Quatrefages n'a aucune réalité", und macht den Vorschlag, die drei Familien der Echiuriden, Sipunculiden und Priapuliden zum Rang von selbständigen Klassen zu erheben. Damit fiele dann die Klasse Gephyrea ganz fort. Da der Hérubelsche Vorschlag jedoch einstweilen noch keineswegs allgemeine Zustimmung gefunden hat, habe ich mich an eine andere, neuerdings oft gebrauchte Einteilung gehalten, bei der die Gephyreen nicht mehr als einheitliche Klasse aufgefaßt werden, sondern in die beiden Annelidenklassen der Gephyrea chaetifera oder Echiuroideen und Gephyrea achaeta oder Sipunculoidea aufgelöst erscheinen. Wie schon oben gesagt, zerfallen die Sipunculoidea in die beiden Familien der Sipunculiden und Priapuliden. Die Systematik letztgenannter Familie bietet wenig Schwierigkeiten in Anbetracht der wenigen Gattungen und Arten und der deutlichen äußeren Unterscheidungsmerkmale. Bei den Sipunculiden gestaltet sie sich jedoch bedeutend schwieriger, da diese Formen rein äußerlich betrachtet nur sehr wenige für die Systematik brauchbare Merkmale besitzen. Ich will daher zuerst über das größere Gebiet der Sipunculidensystematik berichten, soweit mir die einschlägigen Werke zur Verfügung standen, und dann ganz kurz auf die Priapuliden eingehen. Von systematischen Werken nenne ich hier nur die Hauptarbeiten, die von grundlegender Bedeutung sind und die für mich bei der Bearbeitung meines Nordseematerials besonders in Frage kamen.

Nach der schon genannten Arbeit von Quatrefages „über den Echiurus de Gaertner" sind als erste wichtige systematische Arbeiten über Sipunculiden Diesing's Systema Helminthum 1851 und seine „Revision der Rhyngodeen" 1859 zu nennen. In diesen Schriften findet sich mit großer Umsicht eine Liste aller bis dahin bekannten Gephyreen aufgestellt. Im Jahre 1865 erscheint eine größere Arbeit von Quatrefages. Die Gephyrea inermia teilt er hier in die vier Familien der Priapulea, Loxosiphonea, Aspidosiphonea und Sipunculea ein, letztere wieder in die Unterordnungen *Sipunculus, Phascolosomum, Nematosomum* und *Phymosomum.* (Mit *Phymosomum* grenzt er Arten ab, die er wie folgt beschreibt: „espèces chez lesquelles le corps proprement dit est médiocrement allongé et plus ou moins fortement granuleux ou tuberculeux.)

Jedoch alle systematischen Einteilungsversuche aus dieser Zeit zeigen dieselben Unzuträglichkeiten. Bei den im allgemeinen glatten Formen der Sipunculiden ist mit einer rein äußerlichen Körperbeschreibung wenig gedient; nach den äußerlichen Beschreibungen ebengenannter Forscher hält es oft sehr schwer, die einzelnen Arten wieder zu erkennen, und sie von einander zu unterscheiden. Keferstein's Verdienst ist es, hier Wandel geschaffen zu haben. Er ist der erste, der die Notwendigkeit erkennt, bei der Systematik dieser äußerlich so gleichmäßigen Formen anatomische Merkmale mit in Betracht zu ziehen. Schon in seiner ersten Arbeit „Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Phascolosoma* F. S. Leuckart" 1862 spricht er diesen Gedanken aus. Ich zitiere wörtlich: „Bei der im allgemeinen so charakterlosen Form muß man auf mehrere Feinheiten im äußeren Bau achten, ohne die man kaum erkennbare Beschreibungen liefern kann. Zu diesen feineren Kennzeichen gehören in erster Linie Ringe von Häkchen, welche bei einigen Arten am Vorderende des Rüssels sich finden. Ferner muß auf die Tentakeln, ihre Anordnung, Form und Zahl genau geachtet werden und auch manche Verhältnisse im inneren Bau, wie z. B. die Ansatzstellen der Retraktoren des Rüssels, darf man nicht übergehen." In diesen Sätzen ist der Grundgedanke der neueren Sipunculidensystematik ausgesprochen, und in diesem Sinne wird sie von dieser Zeit an weitergeführt. In einer größeren Abhandlung 1865 führt Keferstein seine Unterscheidungsmethode zum ersten Male systematisch durch. Berücksichtigung finden die Gattungen *Sipunculus, Phascolosoma, Dendrostoma* und *Petalostoma,* letztere Gattung war von ihm 1862 neu aufgestellt worden. Die zahlreichen von ihm beschriebenen *Phascolosomen* teilt er in zwei große Sektionen ein, je nach dem Vorkommen oder Fehlen von Haken. Jede dieser Sektionen dann wieder in zwei Unterabteilungen, je nach der gesonderten oder nicht gesonderten Längsmuskulatur und benutzt dann weiter zur Artunterscheidung anatomische Merkmale. In dem Keferstein'schen Sinne ist auch die erste Théel'sche Sipunculidenarbeit 1875 abgefaßt, sie legt besonderen Wert auf anatomische Unterscheidungsmerkmale. Von der Gattung *Phascolosoma* F. S. Leuckart löst er die Gattung *Phascolion* los. Schon 1865 hatte Keferstein in Bezug auf die von ihm beschriebene Art *Phascolosoma strombi* Mont. gesagt: „Der innere Bau ist so eigenartig, daß später, wenn er von anderen Fundorten und benachbarten Arten bestätigt wird, man mit vollem Recht eine neue Gattung gründen muß." Théel fand die Keferstein'schen Angaben bei seinen Untersuchungen völlig bestätigt. Als benachbarte Arten stellte er die Arten *Phascolion tuberculosum* Théel und *Phascolion spetsbergense* Théel auf, von denen letztere Art sich später allerdings als eine bloße Varietät von *Phascolion strombi* Mont. herausstellte. Auf die eben angeführten Abweichungen hin gründet nun Théel die Gattung *Phascolion* und nennt die Art *Phascolosomum strombi* Mont. jetzt *Phascolion strombi.* In einer zwei Jahre später erscheinenden größeren anatomischen und systematischen Arbeit wenden sich Koren und Danielssen (1877) gegen diese von Théel neu aufgestellte Gattung und erkennen ihre Berechtigung nicht an.

In Bezug auf die Bemerkungen Keferstein's schreiben sie: „Keferstein already noticed these points, but he had not ventured on the strength of them to establish a new genera." Die oben wörtlich angeführte Bemerkung Keferstein's ist aber doch sicher nicht in diesem Sinne aufzufassen; im Gegenteil scheint er von der Berechtigung zur Aufstellung einer neuen

Gattung ziemlich fest überzeugt gewesen zu sein, wollte jedoch noch weitere anatomische Untersuchungen von Exemplaren anderer Fundorte abwarten, ehe er ein definitives Urteil fällte.

Koren und Danielssen haben die schon genannten Unterschiede im inneren Bau, von denen sie auffälligerweise das Fehlen des einen Segmentalorganes nicht nennen, auch beobachtet, sie erscheinen ihnen aber nicht ausreichend, um daraufhin eine neue Gattung zu gründen. Trotz dieses Einspruches von Koren und Danielssen hat sich die Gattung *Phascolion* behauptet. Zwei neue Gattungen *Onchnesoma* und *Tylosoma* werden in der Arbeit der beiden norwegischen Forscher neu aufgestellt.

Als nächste bedeutende systematische Arbeit ist die Sipunculiden-Monographie von Selenka, de Man und Bülow zu nennen. Hier findet sich eine genaue Zusammenstellung aller bisher bekannten und eine große Zahl neu aufgestellter Arten, meist aus tropischen Gebieten. Die Gattungen und Arten sind in großen Bestimmungstabellen nach dem Kefersteinschen Prinzip aufgestellt, so daß diese Monographie bis heute für jeden Sipunculidenforscher von größter Wichtigkeit ist. Die Gattung *Phymosoma,* die schon Quatrefages aufstellte, wird von Selenka neu begründet und in ihr alle diejenigen *Phascolosoma*-Arten vereinigt, deren Längsmuskulatur in Stränge gesondert ist. Ferner wird die Gattung *Phascolion* Théel von Selenka festgelegt und ausgebaut, indem er sämtliche *Phascolosomen,* die nach ihrem inneren Bau zum neuen Genus gehören, hier einordnet und die Gattung selbst durch einige neu aufgestellte tropische Arten erweitert.

Von neuesten Arbeiten will ich hier die für mich besonders wichtige zweite Théel'sche Arbeit nennen (1905). In derselben finden sich sehr genaue Beschreibungen und gute Bestimmungstabellen der nordischen Formen, an die ich mich bei der Bestimmung meiner Arten meist gehalten habe. Die von Koren und Danielssen aufgestellte Gattung *Tylosoma* zweifelt Théel an und hält die beiden als *Tylosoma Lütkeni* beschriebenen Würmer für zwei Exemplare der Art *Phascolion tuberculosum* Théel mit eingezogenem Rüssel. Die etwas eigenartig anmutende Koren und Danielssen'sche Art soll nämlich keinen Rüssel und keine Tentakeln besitzen, sonst aber ganz wie eine Sipunculide gebaut sein. Obgleich mir die Ausführungen Théel's nicht unwahrscheinlich erscheinen und die Figuren sehr an *Phascolion tuberculosum* erinnern, kann ich mir wiederum nicht vorstellen, daß die beiden norwegischen Forscher, die doch viele Sipunculiden in allen möglichen Kontraktionszuständen vor Augen gehabt haben, sich auf diese Weise haben täuschen lassen. Von nordischen Gattungen sind in der Abhandlung aufgeführt: *Sipunculus, Phascolosoma, Phascolion, Physcosoma,*[1]) *Aspidosiphon* und *Onchnesoma.*

Damit wären die systematischen Hauptwerke über Sipunculiden erschöpft, soweit wie sie für meine nordischen Formen in Betracht kamen; von allerneuesten Werken wäre nur noch das Hérubelsche zu nennen (1907), dessen Fundortstabellen für mich von besonderem Interesse waren.

Über Priapulidensystematik ist, wie schon oben gesagt, bedeutend weniger zu berichten. Die erste kurze Beschreibung des *Priapulus caudatus* Lamarck findet sich bei Joh. Laur. Odhelius (1751), wo das Tier unter dem Namen *Priapulus humanus* aufgeführt wird. In Linne's

[1]) Die ursprünglich Phymosoma genannte Gattung änderte Selenka 1897 in Physcosoma um. Zool. Anz. XX 1897. S. 460.

Systema naturae (1758) steht es bei den Vermes Molluska. O. F. Müller gibt in der Zoologica Danicae Prodromus (1776) eine kurze Diagnose und O. Fabricius eine Beschreibung des Tieres und seiner Lebensweise in der Fauna Grönlandica (1780). Lamarck sondert das bisher der Gattung Holothuria zugeordnete Tier von dieser ab, gründet die Gattung *Priapulus* auf diese einzige bekannte Art und gibt ihr den Speziesnamen *caudatus*. Cuvier stellt die neue Gattung dann zu den Echinodermen, dagegen erhebt jedoch Quatrefages Einspruch, der auf einer genaueren anatomischen Kenntnis des Tieres fußend die Gattung seiner neuen Klasse Gephyrea einreiht. Im Jahre 1862 erscheint eine eingehende anatomische Arbeit von Ehlers „Über die Gattung *Priapulus*", in der zwei neue Arten aufgestellt werden, *Priapulus glandifer* und *Priapulus brevicaudatus*. Beide Arten, die nur ganz geringe Abweichungen vom Haupttypus zeigen, werden von Koren und Danielssen in der Fauna littoralis Norwegiae 1877 nicht als besondere Arten anerkannt. Die norwegischen Forscher stellen als neue Art den *Priapulus bicaudatus* auf, der statt eines, zwei Schwanzanhänge besitzt.

Von Siebold wird 1862 eine neue Gattung *Halicryptus* mit der einzigen Art *Halicryptus spinulosus* aufgestellt. Die Familie der *Priapuliden* besteht mithin heute aus zwei Gattungen, *Priapulus* und *Halicryptus*, von denen die erste zwei, die zweite nur eine Art enthält.

Sipunculoidea.

Den Anneliden ähnlich gebaute Würmer von walzenförmiger Gestalt, ohne nachweisbare Metamerie. Borsten fehlen. Vorderkörper rüsselartig ausgebildet, durch Retraktoren in den eigentlichen Körper rückziehbar. Mundöffnung am Vorderende des Rüssels gelegen. Nervenstrang an der Bauchseite verlaufend

1. Mundöffnung von einem Tentakelkranz umgeben. Rüssel langgestreckt, oft mit Haken versehen. Darm in Schlingen oder in Form einer Spirale die Leibeshöhle durchziehend. Afteröffnung dorsal, am Vorderende des Körpers, dicht an der Rüsselbasis gelegen. 2 Segmentalorgane in der Nähe des Afters gelegen. 1. Familie **Sipunculiden.**

2. Tentakelkranz in der Umgebung der Mundöffnung fehlend. Rüssel kurz. Mund und Schlundkopf mit hornartigen Zähnen bewaffnet. Darm in gerader Richtung vom Vorder- zum Hinterende des Körpers ziehend. Afteröffnung terminal gelegen. 2. Familie **Priapuliden.**

I. Familie Sipunculiden.

Körper zylindrisch, in eigentlichen Körper und Rüssel geschieden. Der Rüssel ist durch Retraktoren in den Körper einziehbar. Mundöffnung von einem Tentakelkranz umgeben. After an der Rückenseite ausmündend, meist dicht vor der Rüsselbasis. Der Darm bildet große Schlingen oder ist in Form einer Spirale aufgewunden. Segmentalorgane, meist zwei an der Zahl, in der Nähe des Afters ausmündend. Geschlechtsorgane an der Basis der ventralen Retraktoren gelegen. Hautpapillen und Haken meist vorhanden.

Bestimmungstabelle der bis jetzt aus der Nordsee bekannten Sipunculiden-Gattungen.

A. Längsmuskulatur der inneren Körperwand in einzelne Stränge gesondert.

a) Zahlreiche Tentakeln den Mund kreisförmig umstellend. Körper ohne Papillen. Sipunculus.

b) Tentakeln außerhalb der Mundöffnung und dorsalwärts in einem nach oben offenen Dreiviertelkreis stehend. Hautpapillen vorhanden. Physcosoma.

B. Längsmuskulatur der inneren Körperwand kontinuierlich und nicht in Stränge gesondert.

a) After unweit der Rüsselbasis gelegen.

I. Darm in Form einer Spirale aufgewunden. 2 Segmentalorgane, 2 bis 4 Retraktoren.

α) Schildchen fehlend. Phascolosoma.

β) Schildchen vorhanden. Aspidosiphon.

II. Darm nicht in Form einer Spirale aufgewunden. 1 Segmentalorgan. 2 Retraktoren. Phascolion.

b) After auf den Rüssel in die Nähe der Mundöffnung verschoben. Kleine Tiere mit langem, dünnem Rüssel. Onchnesoma.

Bestimmungstabelle der bis jetzt aus der Nordsee bekannten Sipunculiden-Arten.

Gattung Sipunculus.

Vier in gleicher Höhe entspringende Retraktoren, deren Basis sich gewöhnlich über 6 bis 7 Längsmuskelbündel erstreckt. 32 Längsmuskelbündel. Haken fehlend.

Sipunculus nudus L.

Vier Retraktoren, deren Basis von 4 Längsmuskelbündeln entspringt. 21 Längsmuskelbündel. Haken fehlend. *Sipunculus norvegicus* Koren u. Danielssen.

Gattung Physcosoma.

Zwei lange Segmentalorgane. 4 Retraktoren. Längsmuskulatur des Körpers in 21 Bündel aufgelöst. Papillen und Haken vorhanden. *Physcosoma Lovénii* Koren u. Danielssen.

Gattung Phascolosoma.

A. 4 Retraktoren.

a) Haken unregelmäßig angeordnet. Hautpapillen am Hinterende des Körpers und an der Rüsselbasis stark hervortretend. *Phascolosoma vulgare* (Blainv.).

b) Haken in Ringen angeordnet. Haut glatt. *Phascolosoma elongatum* Kef.

c) Haken fehlend. Hinterende des Körpers in eine Spitze endigend. 4 Retraktoren, 2 lange ventrale, und 2 kurze dorsale. Haut derb, mit kleinen Papillen versehen. *Phascolosoma margaritaceum* Sars.

Ph. margaritaceum sehr ähnlich { *Phascolosoma Hanseni* Selenka. *Phascolosoma Trybomi* Théel.

B. 2 Retraktoren.

a) Tentakeln vorhanden.

α) Haken vorhanden, Darm durch besondere Länge auffallend. *Phascolosoma abyssorum* Koren u. Danielssen.

β) Haken fehlend. Kontraktiles Gefäß mit zottenartigen Anhängen versehen. Haut mit charakteristischen Zickzacklinien. *Phascolosoma procerum* Moebius.

b) Tentakel zu einer Scheibe reduziert.

α) Haken vorhanden. Retraktoren zum großen Teil miteinander verbunden. *Phascolosoma Sarsii* Koren u. Danielssen.

β) Haken vorhanden oder fehlend. Retraktoren nicht verbunden miteinander. *Phascolosoma Sabellariae* Théel. *Phascolosoma improvisum* Théel. *Phascolosoma minutum* Kef. (G. Paul 1909). = *Phascolosoma Johnstoni* Forbes.[1])

Gattung Phascolion.

Körper mit deutlichen pferdehufartigen Haftpapillen versehen. Haken vorhanden. Ein starker dorsaler und ein schwächerer am Grunde gespaltener ventraler Retraktor, ganz im Hinterende entspringend. Ein Segmentalorgan. Nervenstrang zwischen den Wurzeln des ventralen Retraktors verlaufend. *Phascolion strombi* Mont.

Körper ohne Spur von pferdehufartigen Haftpapillen. Retraktoren etwas vor dem Körperende entspringend und sich durch Größe nicht voneinander unterscheidend. *Phascolion tuberculosum* Théel.

Gattung Aspidosiphon.

Vorder- und Hinterschildchen mit deutlichen Furchen versehen. Haken in 80 und mehr Ringen am Rüssel hinter der Tentakelkrone beginnend. Zwei zum größten Teil miteinander verwachsene Retraktoren. Darm in Form einer Spirale. *Aspidosiphon mirabilis* Théel. = *Aspidosiphon Mülleri* Diesing?[2])

Gattung Onchnesoma.

a) Körper birnenförmig, mit sehr kleinen Papillen besetzt, völlig glatt erscheinend. Rüssel weit über dreifache Körperlänge im ausgestreckten Zustande erreichend. *Onchnesoma Steenstrupii* Koren u. Danielssen.

b) Körper birnenförmig, dicht mit festen, flachen unregelmäßig angeordneten braunen Schuppen bedeckt. Rüssel höchstens dreifache Körperlänge erreichend. *Onchnesoma squamatum* Koren u. Danielssen.

A. Gattung Sipunculus. L.

Von dieser Gattung lag mir in meinem Material kein Tier vor.

B. Gattung Phascolosoma F. S. Leuckart. 1828.

Körperhaut meist mit sehr kleinen Papillen versehen. Tentakeln zahlreich, in einer oder mehreren Reihen die Mundöffnung umstellend.

[1]) Der Name Phascolosoma minutum Kef. = Petalostoma minutum Kef. wurde neuerdings von Southern (Gephyrea of the coasts of Ireland 1913, S. 28) in Phoscolosoma Johnstoni Forbes umgeändert, da Forbes diese Art zuerst unter diesem Namen beschrieben hat.

[2]) Southern behauptet (Gephyrea of the coasts of Ireland 1913, S. 31), daß Aspidosiphon mirabilis Théel und Aspidosiphon Mülleri Diesing identisch seien.

Haken am Rüssel vorhanden oder fehlend. Der Darmkanal bildet eine deutliche Spirale, die meist mit einem Spindelmuskel versehen ist. Retraktoren sind in der Vierzahl vorhanden, zwei dorsale und zwei ventrale, oder aber es finden sich nur zwei ventrale. Längsmuskulatur nicht in Stränge gesondert. Zwei Segmentalorgane. Geschlechtsorgane an der Basis der ventralen Retraktoren. Nervenstrang an der Bauchseite zwischen den Retraktoren verlaufend.

Phascolosoma vulgare (Blainville).

Sipunculus vulgaris De Blainville 1827.
Phascolosoma papillosum 1840.
Syrinx Harveii Forbes 1841.
Phascolosoma vulgare Diesing 1851.
Phascolosoma vulgare Keferstein 1862, 65.
Phascolosoma margaritaceum Keferstein 1865.
Phascolosoma elongatum Keferstein? 1862 u. 65.
Sipunculus obscurus Quatrefages 1865.
Phascolosoma luteum, *Phascolosoma dubium*, *Phascolosoma validum* } Théel 1875.
Phascolosoma papillosum Koren u. Danielssen 1875 u. 1877.
Phascolosoma Harveii (Forbes) Koren u. Danielssen 1875 u. 1877.

Äußere Körperhaut dünn, glatt erscheinend, nur bei mikroskopischer Vergrößerung findet man die ganze Haut dicht mit kleinen Hautkörpern versehen. An der Rüsselbasis und dem zu einer Spitze ausgezogenem Hinterende ist die Haut rauh, deutlich von der übrigen Körperhaut unterschieden und mit größeren schlauchförmigen Papillen besetzt. Tentakel 16 bis 40 an Zahl. Haken am Rüssel sich findend. Längsmuskulatur nicht in Stränge gesondert. Vier Retraktoren. Zwei lange, nicht durch Mesenterien befestigte Segmentalorgane. Darm in Form einer Spirale aufgewunden, ohne Spindelmuskel. Kontraktiles Gefäß vorhanden. Nervenstrang ventral zwischen den Retraktoren verlaufend.

Diese mir von Helgoland in zwei großen Exemplaren vorliegende Art stimmte äußerlich genau mit der von Théel für *Phascolosoma validum* Théel = *Phascolosoma vulgare* Blainv. gegebenen Abbildung überein. (75, T. I, Fig. 5.)

Der eigentliche Körper war von rostgelber Färbung, an der Rüsselbasis und dem zu einer Spitze ausgezogenen Hinterende dunkelbraun. Diese dunkel gefärbten Zonen sind auch durch stärkere Drüsenausbildung deutlich von der übrigen Körperhaut unterschieden. Während sie sich hier als deutlich sichtbare schlauchförmige Drüsen erheben, treten die kleinen Hautkörper der übrigen Körperhaut nicht über die Oberfläche hervor. Die Haut selbst ist

äußerst dünn, bei meinen Spiritusexemplaren hatte sie sich streckenweise ganz von dem darunter liegenden Hautmuskelschlauch abgehoben. Dunkelbraune Haken fanden sich hinter der Tentakelkrone, sie sind langgestreckt und an der Spitze schwach umgebogen, wie Selenka und Théel sie abbilden. Die innere Anatomie zeigte die für vorliegende Art charakteristische Anordnung der Organe. Vier kräftige Rückziehmuskeln entspringen in der vorderen Körperhälfte, die ventralen genau am Anfang des mittleren Körperdrittels, die dorsalen zwischen diesen Ansatzstellen und dem After. Die beiden am Grunde verdickten Segmentalorgane sind ziemlich lang und nicht durch Mesenterien an der Körperwand befestigt. Sie liegen etwas höher wie die Afteröffnung. Die Darmspirale war bei dem einen meiner Exemplare zweimal um die beiden ventralen Retraktoren herumgeschlungen und reichte nicht bis an das Hinterende des Körpers. Von einem Spindelmuskel habe ich nichts beobachten können, auch war der Darm hinten nicht befestigt, sondern lag frei in der Leibeshöhle.

In der Hérubelschen Sipunculiden-Monographie (07, S. 215) hat sich bei der Synonyma-Angabe für diese Art ein Irrtum eingeschlichen, den ich an dieser Stelle erwähnen möchte. Es ist *Phascolosoma luteum* Théel = *Phascolosoma margaritaceum* Sars gesetzt. An einer anderen Stelle ist jedoch richtig *Phascol. luteum* Théel dem *Phascolosoma vulgare* Bl. gleichgesetzt (07, S. 175), so daß es sich wohl um ein Versehen handeln wird.

In der von mir oben gegebenen Synonyma-Angabe für vorliegende Art, habe ich auch *Phascolosoma elongatum* Kef. mit einem Fragezeichen versehen aufgeführt. Trotz der Selenkaschen Angabe (83, S. 20), daß nach seinen Untersuchungen *Phascol. elongatum* Kef. spezifisch verschieden sei von *Phascol. vulgare* Bl., möchte ich doch noch einmal auf die Ansichten von Keferstein selbst, ferner auf die von Koren u. Danielssen und von Moebius aufmerksam machen. Alle drei Forscher wollen *Phascolosoma elongatum* Kef. und *Phascolosoma vulgare* Bl. wegen Mangel an spezifischen Unterschieden vereinigen. Vergleicht man Abbildungen und Beschreibungen, so findet man inbezug auf den inneren Bau überhaupt keinen Unterschied. Die äußeren Unterschiede aber, die sich nur auf Form und Anordnung der Hautpapillen beziehen, erscheinen mir nicht wichtig genug, um daraufhin zwei verschiedene Arten zu gründen. Auf solch' kleine und rein äußerliche Unterschiede hin kann man doch nur eine Varietät abgrenzen und dann wäre *Phascolosoma elongatum* Kef. als Varietät von *Phascolosoma vulgare* Blainville anzusehen.

Fundort: Helgoland zwei Exemplare. (In Kiemen von Gadus morrhua.)

Von sonstigen Fundorten nenne ich: St. Vaast la Hougue in der Normandie Keferstein 1865). Korsfjord u. Bergensfjord (Koren u. Danielssen 1877). Dieppe (De Blainville) — Roscoff — St. Malo — Nordsee (Pommerania) — Englische Küste (Forbes). Bergen u. Bergensfjord — Villafranca (Mittelmeer) — Tor (Rotes Meer) [angeführt bei Selenka 1883] — Nizza (W. Fischer 1895) — Westküste von Skandinavien — Grönland (Théel 1905). Küste von Belgien — Holland — Bay von Ferrol (Sluiter 1899) — Lussin — Lésina Stossich 1882) — Azoren (Sluiter 1900) [angeführt bei Hérubel 1907]. Killary Harbour — Bofin — Ballinakill (Küste von Irland) [Southern 1913].

Phascolosoma margaritaceum (M. Sars).

Sipunculus margaritaceus M. Sars 1851.
Phascolosoma Oerstedii Keferstein 1865.
Phascolosoma Oerstedii Théel 1875.
Phascolosoma fulgens Théel 1875.
Phascolosoma albidum Théel 1875.

Hinterende des Körpers in eine Spitze endigend. Haut derb, mit sehr kleinen Papillen versehen. Haken am Rüssel fehlend. Innenfläche der Körperhaut stark irisierend. Vier Retraktoren, zwei längere dorsale und zwei kürzere ventrale. Darmspirale lang, frei, innen mit einem Spindelmuskel versehen. Kontraktiles Gefäß vorhanden. Zwei kurze Segmentalorgane. Nervenstrang zwischen den Retraktoren an der Bauchseite verlaufend.

Die Körperlänge der beiden vorliegenden Exemplare betrug etwa 25 mm. Die Haut war von perlgrauer Färbung, ziemlich derb und fest, ich hatte es also mit der von Théel unterschiedenen Varietät *Phascolosoma margaraticeum „Forma finmarchica"* zu tun. Ihr gegenüberr steht die Varietät *Phascol. margaritaceum „Forma sibirica"*, deren Haut dünn und fast durchsichtig sein soll. Der Fundort meiner Exemplare — Tromsoe — stimmt mit dem von Théel angegebenen Verbreitungsgebiet für die Varietät *Phascol. margaritaceum „Forma finmarchica"* überein. Haken sind nicht vorhanden. Keferstein gibt in seiner Beschreibung für *Phascolosoma margaritaceum* an „Hinter den Tentakeln eine glatte Zone am Rüssel, dann eine Zone sehr zerstreut stehender kleiner Haken". Trotz genauester Untersuchung fand ich auf der Rüsselhaut keine Spur von Haken. Demnach hat Keferstein bei seiner Beschreibung vorliegende Art kaum vor sich gehabt sondern wie Selenka (1883) und Koren u. Danielssen schon vermuteten, *Phascolosoma vulgare*, unter dessen Synonymen ich auch die Art *Phascol. margaritaceum* Kef. 1865 mit aufgeführt habe. Die Hautpapillen sind sehr klein und nur mit bewaffnetem Auge wahrnehmbar, am Rüssel und am Hinterende des Körpers stehen sie dichter zusammengedrängt. Retraktoren sind in der Vierzahl vorhanden, und zwar entspringen die dorsalen fast genau in der Mitte des mittleren Körperdrittels, die ventralen etwas weiter nach vorn, im Anfang dieses Drittels. Der Darm zeichnet sich durch besondere Länge aus; er ist mit einem Spindelmuskel versehen, der aber nicht aus der Darmspirale heraustritt und mithin nur dazu dient, die einzelnen Darmschlingen untereinander zusammenzuhalten. Der Darm liegt völlig frei in der Leibeshöhle, bei dem einen meiner Exemplare war er nach oben umgebogen, weil die Spirale im völlig ausgestreckten Zustande bei ihrer Länge keinen Platz in der Leibeshöhle gefunden hätte. Auch der Oesophagus zeichnet sich durch besondere Länge aus, während der Enddarm sehr kurz ist. Die beiden Segmentalorgane sind nicht durch Mesenterien an der Körperwand befestigt. Der Nervenstrang verläuft normaler Weise zwischen den ventralen Retraktoren.

Fundort: Tromsoe.

Von weiteren Fundorten sind zu nennen: Lofoten — Tromsoe — Komagfjord — Hammerfest — Grönland — Spitzbergen (Koren u. Danielssen 1877).

Port Wladimir — Norwegen (Fischer 1895). Finmark — Halbinsel Kola Novaja Semlja — Konyam-Bay in der Behringstraße (Théel 1905). Küste von Marokko (Sluiter 1912).

Phascolosoma procerum Moebius. 1875.

Phascolosoma pyriformis Théel 1875.

Hinterende des Körpers deutlich zugespitzt. Rüssel durch besondere Länge auffallend. Körperhaut mit charakteristischen Zickzacklinien versehen. Haken fehlen. Papillen sind klein. Tentakelzahl variierend von 28—40. Zwei Retraktoren. Zwei freie Segmentalorgane. Darm in Form einer Spirale aufgewunden. Kontraktiles Gefäß mit vielen blindsackartigen Ausstülpungen versehen. Nervenstrang zwischen den Retraktoren verlaufend.

Die mir von zwei Stationen der Nordsee und einer des Kattegats vorliegenden Exemplare hatten eine Länge von etwa 10 mm. Dies scheint die normale Länge ausgewachsener Individuen zu sein, denn sowohl Théel (05, S. 71) wie auch Sluiter (12, S. 11) geben diese Länge für die von ihnen bestimmten Tiere an. Es handelt sich also bei dieser Art um verhältnismäßig geringe Körperlänge bei langem Rüssel. Bei dem einen meiner Exemplare maß der Rüssel bis zur Einstülpung allein schon 20 mm, erreichte mithin doppelte Körperlänge. Théel gibt als Rüssellänge bei völliger Ausstülpung 40 mm und Sluiter 20 mm an. Haken fehlen am Rüssel.

Ein Hautpräparat zeigte mir bei 100facher Vergrößerung die für diese Art charakteristischen Zickzacklinien, die mir aus Kalkplättchen zusammengesetzt erschienen. Die Papillen waren klein und stimmten mit den bei Théel angegebenen gut überein.

Die innere Anatomie zeigte keinerlei Abweichungen von den bisherigen Angaben. Charakteristisch sind die gleich ins Auge fallenden blindsackartigen Anhänge am unteren Teil des kontraktilen Gefäßes. Der Nervenstrang verläuft am hinteren Ende des Körpers zwischen der Basis der ganz im Hinterende inserierten Retraktoren. In der von Moebius für das Originalexemplar gegebenen Abbildung (75, Taf. III Fig. 5) findet Théel den Verlauf des Nervenstranges irrtümlich eingezeichnet, dieser verläuft in der Moebiusschen Zeichnung außerhalb der Retraktoren. Vielleicht liegt aber nur scheinbar ein Irrtum in der Zeichnung vor. Nimmt man an, das Tier wäre von der Bauchseite zwischen den Retraktoren geöffnet, nicht, wie man es gewöhnlich zu tun pflegt, vom Rücken aus, so kommt beim Auseinanderbreiten des Untersuchungsobjektes das Nervensystem seitwärts von den Retraktoren zu liegen. Ganz klar liegen jedoch die Verhältnisse in der von Moebius gegebenen Abbildung nicht. Die Théelsche Zeichnung zeigt an einem wie üblich dorsal geöffnetem Tiere die Lagerung genau der Natur entsprechend (05, Taf. 2 Fig. 26). Wie bei allen *Phascolosomen* verläuft auch hier der Nervenstrang zwischen den ventralen Retraktoren. Die beiden Retraktoren selbst entspringen etwas vor dem hintersten Ende des Tieres, können aber auch weiter nach vorn rücken, wie es z. B. in der Théelschen Zeichnung abgebildet ist, wie Sluiter es bei seinen Exemplaren fand (12, S. 11) und auch ich es von meinen beiden Tieren bestätigen kann.

Fundorte: 03 III St. 41; 03 VII St. 65. 1910 V K. 8.

Von sonstigen Fundorten führe ich an: Bass Rock (Edinburg) Moebius. Westküste von Schweden (Théel 1903). Kattegat — Skagerrak (Hérubel 1907). Karlsö (Norwegen) Sluiter 1912. Küsten von Irland (Southern 1913).

Phascolosoma eremita Sars. 1851.

Sipunculus eremita M. Sars 1851.
Phascolosoma boreale Keferstein 1865.
Phascolosoma digitatum Théel 1875.

Äußere Körperhaut glatt erscheinend, nur bei mikroskopischer Vergrößerung sieht man kleine Papillen auf der Körperhaut zerstreut. 27 bis 40 Tentakeln. Haken nicht vorhanden. Längsmuskulatur nicht in Stränge gesondert. Zwei Retraktoren im mittleren Körperdrittel entspringend. Zwei kurze und freie Segmentalorgane. Darm in Form einer Spirale aufgewunden, nicht befestigt. Kontraktiles Gefäß einfach. Nervenstrang zwischen den Retraktoren verlaufend.

Die Körperlänge der von mir untersuchten Exemplare schwankte zwischen 8 und 14 mm. Das Hinterende des Körpers ist deutlich etwas zugespitzt. Die Färbung war ein helles Gelbbraun. Auf der mit schwachen Transversalfurchen versehenen äußeren Körperhaut sieht man die kleinen rotbraun gefärbten Papillen nur mit bewaffnetem Auge. Sie sind von langgestreckt schlauchförmiger Gestalt und stimmen in ihrem Habitus mit den von Selenka gegebenen Zeichnungen überein (83, Taf. V Fig. 54—55). Außer diesen Papillen fielen mir bei der mikroskopischen Betrachtung von Hautpräparaten überall zerstreut liegende hellgelblich gefärbte Plättchen von unregelmäßiger Gestalt auf, die ich für der Haut eingelagerte Chitinplättchen halte. Weder Keferstein noch Koren u. Danielssen erwähnen diese Gebilde, nur bei Théel (05, S. 57) findet sich die Angabe „skin furnished with traces of incrustations". Wahrscheinlich sind diese „incrustations" die von mir beobachteten Plättchen. Haken sind nicht vorhanden. Die innere Anatomie entsprach völlig den von Keferstein (65, S. 437—38) und Koren u. Danielssen (77, S. 131—35) gegebenen Beschreibungen und Abbildungen. Es fanden sich zwei Retraktoren, die im mittleren Körperdrittel ansetzten. An ihrer Basis lagen die von Koren u. Danielssen beschriebenen krausenförmigen Organe, die nach neuerer Auffassung Genitalorgane darstellen. Die Darmspirale zeichnet sich durch einen besonders kurzen Enddarm aus. Die beiden Segmentalorgane sind nicht an der Körperwand befestigt. Der Nervenstrang verläuft zwischen der Basis der Retraktoren. Ein kontraktiles Gefäß ist vorhanden. Die meisten der mir vorliegenden Exemplare stammten von Port Wladimir (Nördliches Eismeer).

Von Karajak (Grönland) lag mir ein Exemplar vor, das ich nach seinem innenanatomischen Bau zu eben genannter Art stellen muß, obgleich es äußerlich in Farbe und Dicke der Haut von den andern von mir untersuchten Exemplaren ziemlich bedeutend abweicht. Die Haut ist derb, von fast schwarzer Färbung, deutlich mit Transversalfurchen versehen. Kleine Papillen fanden sich auf der Körperhaut zerstreut. Bei mit Xylol aufgehellten Hautpräparaten konnte ich feststellen, daß die Papillen in ihrer Form mit den mir von Phas-

colosoma eremita bekannten übereinstimmten. Die ganze Haut erscheint bei starker Vergrößerung überall dicht mit gelblichen und bräunlichen Chilineinlagerungen versehen, die den von mir bei Exemplaren von Port Wladimir beobachteten Plättchen ähneln, doch stehen sie bei dem vorliegenden Exemplare viel dichter und bilden zum Teil dicke Leisten von dunkelbräunlicher Färbung, die äußerlich auf der Körperoberfläche den Eindruck transversaler Furchen machen. Bei Théel (03, S. 73) fand ich die Angabe, daß man von der Art *Phascolosoma eremita* zwei Farbenvarietäten unterscheiden könne, und zwar eine mehr oder minder dunkelbraune und eine lichtbraune Varietät. Die dunklere Varietät soll sich in den Gewässern um Novaja Semlja und Spitzbergen sowie in der Kara-See finden, während die helleren Exemplare mehr in der Gegend von Finmarken und Grönland anzutreffen sind. Das von mir untersuchte dunkel gefärbte Exemplar stammt nun aber gerade aus der See um Grönland (Karjak), so daß man die Farbenvarietäten nicht so genau nach bestimmten Gebieten wird abgrenzen können. Meiner Ansicht nach handelt es sich hier auch gar nicht um eine bloße Farbenvarietät. Solche Varietäten abzugrenzen ist immer mißlich, da Exemplare von verschiedenen Fundorten fast immer in bezug auf die Färbung Unterschiede zeigen. In unserm Fall jedoch weicht das Exemplar nicht nur in der Färbung, sondern auch in anderer Beziehung ab, so in der Dicke der Haut und den Chilineinlagerungen. Späteren Forschern, denen mehr Exemplare von verschiedenen Fnndorten zur Verfügung stehen, wird es vorbehalten bleiben, die beiden vorkommenden Varietäten der Art *Phascolosoma eremita* schärfer gegeneinander abzugrenzen.

Fundort: Port Wladimir (Nördliches Eismeer). Karjak (Grönland).

Von sonstigen Fundorten fand ich folgende Angaben: Ostküste von Nordamerika (1873 Verill). — Finmark — Tromsoe — Hammerfest (M. Sars 1851 und Koren u. Danielssen 1875, 77). Küsten von Grönland (Koren u. Danielssen 1877). Nordsee (Grube). Grönland — Spitzbergen — Island — Novaja Semlja — Halbinsel Kola (Théel 1905). Karlsö, Norwegen (Sluiter 1912).

Phascolosoma abyssorum Koren u. Danielssen. 1877.

Körper zylindrisch, am Hinterende etwas zugespitzt. Äußere Körperhaut halb durchsichtig, glatt, überall mit sehr kleinen langgestreckten Hautkörpern bedeckt. Rüssel an der Basis mit ganz feinen Papillen versehen. 20 bis 24 Tentakeln. Haken sind vorhanden. Längsmuskulatur nicht in Stränge gesondert. Zwei Retraktoren. Zwei freie Segmentalorgane. Darm in auffallend langer Spirale bis zum Hinterende des Körpers ziehend. Spindelmuskel nicht beobachtet. Kontraktiler Schlauch vorhanden. Nervenstrang zwischen den Retraktoren verlaufend.

Diese von Koren u. Danielssen als selten bezeichnete Art lag mir in einem kleineren Exemplar vor. Die Färbung war ein helles Gelb. Die Körperhaut ist durchscheinend und erscheint dem unbewaffneten Auge völlig glatt, bei stärkerer Vergrößerung findet man jedoch über die ganze Körperhaut unregelmäßig zerstreut kleine Hautdrüsen, die keine hervorragende Papillen bilden sollen, wie sowohl Koren u. Danielssen als auch Théel bemerken. Die von mir beobachteten Hautkörper wichen von den Théelschen

ab. In Théels Arbeit sind deutlich hervorragende Papillen abgebildet, wie ich sie nicht gefunden habe (03, Tl. 6 Fig. 76—81). Bei meinem Exemplar handelte es sich um langgestreckte Hautkörper, in denen man einen deutlichen Längsspalt als Porus und innere Drüsenzellen unterscheiden konnte. (Tafel Fig. 1.) Die Haken sind von bräunlicher Färbung und an der Spitze umgebogen, wie es meine Tafel in Figur 2 zeigt. Ich zählte etwa 11 Ringe, Koren u. Danielssen geben 10 bis 12 Ringe an, Théel zählte deren etwa 14. Wie schon Théel beobachtete, sind die hinteren Hakenreihen unregelmäßig, d. h. es fallen Haken aus, und auch an Größe stehen sie hinter den Haken der vorderen Reihen zurück. Die Untersuchung des inneren Baues zeigte keinerlei Abweichungen von den bisherigen Angaben. Charakteristisch für diese Art ist der lange Darm, der sich in zahlreichen Schlingen bis zur äußersten Spitze durch die ganze Leibeshöhle hindurch zieht. Ein Spindelmuskel ist nicht vorhanden, der Darm liegt frei. Die beiden kräftigen Retraktoren entspringen vor der Körpermitte und der Nervenstrang verläuft zwischen ihrer Basis zum Hinterende des Körpers.

Fundort: Nordsee, Station A. VII N. 1.

Ältere Fundortsangaben: Bergenfjord (Koren u. Danielssen 1877). Spitzbergen W. Fischer 1895. Küste von Irland 51° 17′ N. Br., 11° 33′ W. L. Southern, 1913.

Phascolosoma Johnstoni Forbes. (Southern 1913.)

Phascolosoma minutum Kef. 1863.

Petalostoma minutum Kef. 1865.

Phascolosoma sabellariae und *Phasc. improvisum* Théel 1905.

Körper 4—5mal so lang wie dick. Rüssel länger als der Körper. Haut mit mikroskopischen Papillen bedeckt. Zwei blattförmige Tentakel. Zwei Retraktoren. Wenige Darmwindungen, zwei kurze Segmentalorgane.

Fundorte: St. Vaast. la Hougue (Keferstein). St. Malo (Selenka 1885). Küsten von Schweden (Théel). Helgoland (Paul 1909). Karlsöe — Azoren? (Sluiter 1912).

B. Gattung Phascolion H. Théel. 1875.

Körperhaut dicht hinter der Mitte des Körpers meist mit einem mehr oder minder breitem Gürtel von sogenannten Haftpapillen besetzt. Diese dienen den meist in Dentalium- und anderen Schalen lebenden Tieren zum Festhalten in dem die Schale ausfüllenden Sand. Der Sand bildet eine feste Masse und wird von dem durch die Hautdrüsen abgesonderten Schleim zusammengekittet. Hautdrüsen finden sich auf dem ganzen Körper. Haken sind fast immer vorhanden. Mundöffnung von einem Tentakelkranz umstellt. Innere Körperhaut nicht in Stränge gesondert. 1 bis 3 Retraktoren. Im Gegensatz zur Gattung Phascolosoma, die dieser Gattung sehr nahe steht, ist der Darm nicht in Form einer Spirale aufgewunden, sondern durchzieht die Leibeshöhle in einigen größeren Schlingen. Kontraktiles Gefäß meist vorhanden. Ein einziges Segmentalorgan. Nervenstrang an der Bauchseite verlaufend.

Aus nordischen Meeren sind bis jetzt nur zwei Arten bekannt, deren eine, *Phascolion strombi*, wohl zu den am allerhäufigsten sich hier findenden Sipunculiden gehört.

1. Hinter der Körpermitte ein Gürtel pferdehufartiger, dunkelbraun gefärbter Haftpapillen. Hautpapillen nicht hervortretend. Haken vorhanden oder fehlend.
Phascolion strombi Montagu.

2. Haftpapillengürtel völlig fehlend. Hautpapillen hervortretend. Haken immer vorhanden. *Phascolion tuberculosum* Théel.

Phascolion strombi Montagu.

Sipunculus strombus G. Montagu. (1801. Transactions Linn. Society VII London.)
Sipunculus bernhardus E. Forbes. A. History of British Starfishes London 1841.
Sipunculus capitatus H. Rathke. Nova Acta Ac. Leop. Car. XX 1843.
Phascolosoma dentalii M. Diesing. Syst. helm. Vindobonae 1851.
Phascolion strombi H. Théel 1875.
Phascolion spetsbergense H. Théel 1875.

In bezug auf weitergehende Synonyma-Angaben verweise auch auf Selenka's Sipunculiden-Monographie 1883 (S. 50—52) und Théels Arbeiten.

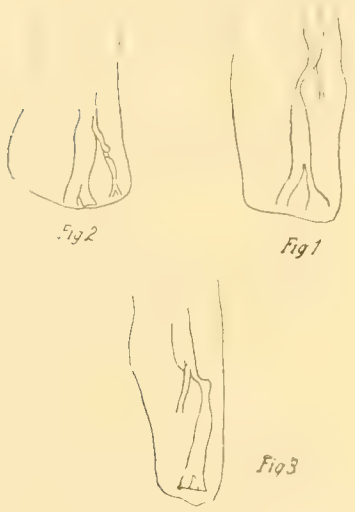
Körperhaut mit kleinen Papillen besetzt, die am Hinterende und an der Rüsselbasis dichter stehen und stärker hervortreten. Hinter der Körpermitte findet sich ein mehr oder minder breiter Gürtel von charakteristischen Haftpapillen, von bräunlicher Farbe und pferdehufartiger Gestalt. Das Hinterende des Tieres ist fast immer gelblich pigmentiert. Haken vorhanden, können jedoch fehlen. Zwei Retraktoren, die im oberen Teil miteinander verwachsen sind; ein starker dorsaler und ein bedeutend feinerer ventraler, der am Grunde in zwei Wurzeln gespalten ist. Beide Retraktoren entspringen ganz im Hinterende des Körpers. Der Darm bildet keine Spirale, sondern nur einige Schlingen. Ein kurzes Segmentalorgan. Kontraktiler Schlauch vorhanden. Nervenstrang zwischen den Wurzeln der ventralen Retraktoren verlaufend.

Diese mir in zahlreichen Exemplaren vorliegende Art zeichnet sich durch große Variationsfähigkeit aus. Théel hat 1875 *Phascolion spetsbergense* als eine neue Art aufgestellt, die sich durch ihre Größe sowie das Fehlen von Haken von *Phascolion strombi* unterscheiden sollte, hat sie aber 1905 wieder zurückgezogen, da er auch bei der neu aufgestellten Art Haken fand; die abweichenden nordischen Formen sollen nun als Varietät betrachtet werden.

Aus dem Hamburger Naturhistorischen Museum standen mir zum Vergleich mit den mir aus der Nordsee vorliegenden Stücken, von Skorikow und W. Fischer bestimmte Exemplare von *Phascolion strombi var. spetsbergense* zur Verfügung. Diese Tiere zeichneten sich durch bedeutende Größe, Dicke und dunklere Färbung vor meinen Exemplaren aus. Einen Hakenkranz habe ich an den von Skorikow bestimmten ganz besonders großen Exemplaren nicht gefunden. Nach Théel soll sich auch *Phascolion spetsbergense* von *Phascolion strombi* durch die Form und Größe der Haftorgane unterscheiden. Hierzu möchte ich bemerken, daß gerade in

bezug auf diese eigenartigen Organe Abweichungen im weitesten Maße sich bei den von mir untersuchten Nordsee-Exemplaren fanden, bald waren sie deutlich mit unbewaffnetem Auge sichtbar, bald wieder bei Lupenvergrößerung kaum zu erkennen. Diese Abweichungen sind also für eine Unterscheidung von *Phascolion strombi* und *Phascolion spetsbergense* kaum zu verwenden. In bezug auf die innere Anatomie habe ich völlige Übereinstimmung zwischen meinen Nordsee-Exemplaren und den als *Phascolion spetsbergense* bestimmten Tieren gefunden. Es ist wohl das Gegebene, *Phascolion spetsbergense* als Varietät von *Phascolion strombi* bestehen zu lassen.

Eine Beobachtung möchte ich hier noch anführen, welche mir die Théelsche Hypothese von der ursprünglichen Vierzahl der Retraktoren zu bestätigen scheint. Bei verschiedenen meiner Exemplare fand ich den dorsalen Retraktor mehr oder minder tief in zwei Wurzeln gespalten. Théel spricht in seiner Arbeit 1905, Seite 18, die Vermutung aus, daß es sich bei der Art *Phascolion strombi* um einen aus zwei Retraktoren verwachsenen dorsalen Retraktor handelt. Wörtlich führe ich hier die betreffende Stelle an: „Here a dorsal retractor still remains side by side with the ventral ones and it is very probable, that it is formed by the coalescense of the two primitively separate ones". Für diese Vermutung scheint mir meine Beobachtung die Bestätigung zu liefern. Die eingefügten Abbildungen zeigen in Figur 1 die Spaltung des dorsalen Retraktors am deutlichsten, in Figur 2 ist die Spaltung weniger tief, immerhin noch deutlich zu erkennen, während in Figur 3 sich nur zwei Stränge unterscheiden lassen, zwischen denen aber noch eine dünne Muskellamelle ausgespannt ist.



Die Art lag mir von folgenden Stationen vor:

02.	VII	N. 11.	03. II. III St. 19.
02.	VIII	N. 6.	03. VII St. 62.
02.	XI	N. 4.	03. VII St. 65.
03.	VIII	N. 5 (2 Exemplare).	04. VII St. 27.
04.	VIII	N. 3.	04. VII St. 28.
05.	V	N. 11.	04. VII St. 30 (2 Exemplare).
05.	V	N. 6.	04. VII St. 31 (3 Exemplare).
07.	II	N. 3.	05. III St. 14.
07.	XI	Zwischen N. 4 u. N. 3 (5 Exemplare).	05. III St. 16.
08.	V	N. 16.	05. VI St. 51.

Von sonstigen Fundorten nenne ich: Hellebäk am Sunde — Norwegen — Faröer (nach Keferstein 1865). Küste von Bohus (Schweden) und Holland bis zum Sund — Oresund — Spitzbergen — Küste von Norwegen und England (nach Selenka 1883). Karisches Meer (W. Fischer 1895). Neu-Fundland und West-Grönland — Ost-Grönland — Island — Nowaja Semlja — Sibirien — Halbinsel Kola — Atlantische Küsten der Vereinigten Staaten — Küsten von England —

Schottland — Irland (Théel 1905). Kanal la Manche — Nordküste von Frankreich — Mittelmeer (Golf von Marseille — Lyon — Triest) — Kattegatt — Franz-Josephs-Land (Hérubel 1907). Golf von Gascogne (Sluiter 1900). Süd-Georgien (Théel 1911). Dublin-Bay — Dougle-Bay — Galway-Bay in Irland (Southern 1913).

Die Art hat ein weites Verbreitungsgebiet, sie ist über den ganzen Nordatlantischen Ozean verteilt, von Europa bis Amerika (Théel 1905).

Gattung Physcosoma.

Die ursprüngliche Gattung Phymosoma wird auf Selenka's Vorschlag (1897) Physcosoma genannt (Zool. Anz. XX S. 460).

Bei allen Physcosomen ist die Längsmuskulatur der Körperhaut in einzelne Stränge aufgelöst. Die Zahl der Muskelstränge ist bei den verschiedenen Arten wechselnd, doch muß man bei der systematischen Verwendung dieses Merkmales vorsichtig sein, da sich individuelle Abweichungen bei einer und derselben Art finden. Bei jungen Individuen ist eine Sonderung in Bündel meist noch nicht eingetreten, da sie sich erst während des Jugendlebens vollzieht, wie Selenka angibt, während bei älteren Exemplaren die Stränge oft derart miteinander anastomosieren, daß es meist recht schwer ist, eine feste Anzahl anzugeben. Bei den meisten Arten sind Haken vorhanden. Zwischen den Hakenringen liegen oft charakteristische Hakenpapillen. Die äußere Körperhaut ist stets mit Papillen bedeckt, sie zeigen einen für alle Physcosomen charakteristischen Bau. Die Ausführungsöffnung liegt in einem hellen Felde, das von kleinen farblosen Chilinplättchen erfüllt ist, während der übrige Teil der Papille dicht mit meist braun pigmentierten Plättchen bedeckt ist, die in mehr oder minder konzentrischen Reihen liegen. Retraktoren finden sich in der Vierzahl. Der Darm ist in Form einer Spirale aufgewunden und meist von einem kräftigen Spindelmuskel durchzogen, der die Spirale am Hinterende des Körpers befestigt. Die beiden Segmentalorgane sind meist mit langen Mesenterien an der Körperwand befestigt. Fast alle Physcosomen sind tropische Formen, nach Selenka (1883) macht nur Physcosoma Lovénii Koren u. Danielssen der Norwegischen Küste und *Physcosoma granulatum* F. S. Leuckart des Mittelmeeres davon eine Ausnahme. Als nordische Form ist in dieser Aufzählung Physcosoma Agassizii Keferstein aufzuführen vergessen worden, dessen Fundort Vancouver es aus dem tropischen Formenkreis heraushebt.

Physcosoma Agassizii Kef.

Äußere Körperhaut derb, mit zahlreichen Papillen versehen, die ziemlich gleichmäßig verteilt sind, am Hinterende des Körpers und an der Rüsselbasis jedoch am dichtesten stehen und dort auch am größten sind. Hinteres Körperende zugespitzt. Hakenringe vorhanden. Innere

Körperhaut in 25 Längsmuskelbündel aufgelöst. Vier Retraktoren. Darm mit 11—12 Windungen. Darmspirale durch einen starken Spindelmuskel am hinteren Körperende befestigt. Enddarm ziemlich lang. Ein kontraktiler Schlauch. Zwei lange Segmentalorgane, die mit Mesenterien an der Körperwand befestigt sind.

Das mir vorliegende Exemplar hatte eine Körperlänge von 23 mm. Der Rüssel war eingestülpt und maß in diesem Zustand etwa 11 mm. Die derbe, braungraue Haut war ziemlich dicht mit braunroten kegelförmigen Papillen besetzt, welche das charakteristische Aussehen einer Physcosoma-Papille zeigten (Fig. 4 der Tafel). Haken fanden sich in 21 Ringen am Rüssel. Wie aus Figur 5 hervorgeht, sind sie den Haken von *Physcosoma Agassizii* Kef. sehr ähnlich (vergl. 67, Taf. VI Fig. 4). Zwischen den Hakenringen zerstreut fanden sich überall sogenannte Hakenpapillen, sie sind bedeutend kleiner als die Hautpapillen und zeigen noch keine völlige Überdeckung mit Chilinplättchen, nur die Ausmündungsöffnung ist von drei oder sechs oder noch mehr kleinen Plättchen umgeben. Die innere Körperhaut ist in etwa 25 Längsmuskelstränge aufgelöst, doch anastomosieren die Stränge stark miteinander. Retraktoren sind in der Vierzahl vorhanden, die ventralen entspringen im hinteren, die dorsalen auf der Grenze des hinteren und mittleren Körperdrittels. Der Verlauf des Oesophagus ist abweichend von dem der typischen Art. Nachdem dieser eine Zeitlang am verwachsenen oberen Retraktorstamm entlang gelaufen ist, beschreibt er, sobald er frei geworden, eine Schlinge (Fig. 3, S.), indem er sich einmal um den Retraktorstamm herumwindet und verläuft dann erst zur eigentlichen Darmspirale. Diese ist mit einem kräftigen Spindelmuskel versehen, der am hinteren Körperende inseriert. Am Enddarm findet sich ein breiter, starker Befestiger, über den der Spindelmuskel hinwegläuft, um sich weiter vorn zu inserieren. Die Segmentalorgane sind mit besonders langen Mesenterien an der Körperwand befestigt, die lang ausgezogene Spitze ist jedoch frei. Im ausgestreckten Zustand reicht das Segmentalorgan bis zur Basis des ventralen Retraktors. Der Nervenstrang verläuft an der Bauchseite zwischen den Retraktoren. (In bezug auf innere Anatomie vergleiche Fig. 3 der Tafel.)

Die Abweichung im Verlauf des Oesophagus, die man als Abnormität auffassen kann, würde, bei mehreren Exemplaren konstatiert, unter Berücksichtigung der Abweichungen im Bau der Haken und der der Papillen, zur Aufstellung einer Varietät berechtigen.

Fundort: Vancouver.

Gattung Aspidosiphon Diesing. 1851.

Von allen anderen Sipunculidenarten unterscheiden sich die Aspidosiphonen durch die Schildchen am Vorder- und Hinterende des Körpers. Man nennt sie Vorder- oder Afterschild und Hinter- oder Schwanzschildchen. Es sind dies aus Chilinplättchen zusammengesetzte gefurchte oder gekörnelte Hypodermisabscheidungen. Die Mundöffnung ist dorsal von einem Halb- oder Dreiviertelkreis von Tentakeln umstellt. Haken sind meist vorhanden, ebenso Hautpapillen, die am Vorder-

und Hinterende vor den Schildchen am dichtesten stehen. Innere Längsmuskulatur kontinuierlich (nur einige tropische Formen bilden eine Ausnahme, indem hier die Längsmuskulatur in Stränge aufgelöst ist). Zwei Retraktoren, zum größten Teil verwachsen und nur an der Basis frei. Der Darm ist in Form einer Spirale aufgewunden und meist mit einer kräftigen Spindelmuskel versehen Zwei Segmentalorgane. Nervenstrang an der Ventralseite zwischen den Retraktoren verlaufend. Die Arten dieser Gattung leben vorwiegend in den wärmeren Meeren. Aus unsern nordischen Meeren sind bis jetzt nur zwei Arten bekannt, *Aspidosiphon armatum* Koren u. Danielssen und *Aspidosiphon mirabilis* Théel. In der Selenkaschen Monographie ist bei der Verbreitungsangabe (83 S. 113) für den nordischen Kreis nur *Aspidosiphon armatum* genannt. Die Art *Aspidosiphon mirabilis*, die auf Seite 121 eben genannter Schrift ohne Fundortsangabe verzeichnet ist, muß hier hinzugefügt werden.

Schildchen gefurcht. Haken nur am vorderen Teil des Rüssels. Hinter der Tentakelkrone etwa 80 Hakenringe. *Aspidosiphon mirabilis* Théel.

Schildchen gekörnelt. Haken über den ganzen Rüssel ausgestreut. Etwa 600 Hakenringe. *Aspidosiphon armatum* Koren u. Danielssen.

Aspidosiphon mirabilis Théel. 1875. — **Aspidosiphon Mülleri** Diesing?[1])

After und Schwanzschildchen mit Furchen versehen. Haken in etwa 80 Ringen am vorderen Teil des Rüssels, Hautpapillen auf der ganzen Körperoberfläche vorhanden. Längsmuskulatur kontinuierlich. Darmspirale mit einem starken Befestiger versehen, der am Schwanzschildchen inseriert. Zwei ventrale Retraktoren, die zum größten Teile miteinander verwachsen sind. Zwei freie Segmentalorgane. Nervenstrang zwischen den Retraktoren verlaufend.

Die Färbung des mir vorliegenden Exemplares war eine gelbliche, das Vorderschild war tief dunkelbraun, während das Schwanzschild eine hellere gelbliche Färbung zeigte. Über Struktur und Aufbau des Schildchens finden sich im anatomischen Teil der Arbeit nähere Angaben. Haken fanden sich nur am Vorderende des Rüssels in vielen Reihen angeordnet, Théel gibt ihre Zahl auf 80 an, es sind aber wohl noch bedeutend mehr. In bezug auf die Anordnung dieser Hakenringe finden sich in den verschiedenen Théelschen Beschreibungen nicht miteinander übereinstimmende Angaben. In der ersten Abhandlung (1875, S. 17) liest man „Epines de la base proboscidienne disposées en 80 anneaux," dann findet sich auf der folgenden Seite die Angabe: „derrière la couronne tentaculaire se trouvent environ 80 anneaux avec des épines". Selenka übernimmt in seiner Monographie (83, S. 121) von Théel die Angabe „Haken an der Rüsselbasis in 80 oder mehr Ringen angeordnet. In der Arbeit vom Jahre 1905 bringt Théel

[1]) Southern (Gephyrea of the coasts of Ireland, 1913, S. 31) behauptet, daß Aspidosiphon mirabilis Théel mit Aspidosiphon Mülleri Diesing identisch sei.

dann wieder die Angabe „hooks . . . present only on the anterior part of the proboscis“ (05, S. 92). Nach meinen Beobachtungen ist diese letzte Angabe auch die richtige, die Hakenringe fanden sich bei meinem Exemplar etwa erst in 5 mm Entfernung von der Rüsselbasis.

Auf diese Hakenringe folgte eine Menge unregelmäßig angeordneter, braun gefärbter Zähnchen. Die Haken selbst stimmten mit der Théelschen Zeichnung überein, auch die Hautdrüsen zeigten die eigenartige Form, die ebengenannter Forscher abbildet. In einem hellen Hof liegen, etwa in der Mitte die Ausführungsöffnung, um den helleren Kreis herum konzentrisch angeordnet mehrere Reihen von Chitinplättchen. Die Drüsen fanden sich auf der ganzen Körperhaut zerstreut und auch auf dem Schildchen selbst. Am Rüssel beobachtete ich ein eigenartiges Organ, dessen nähere Untersuchung leider wegen einer mißglückten Schnittserie nicht durchgeführt werden konnte. Figur 6 zeigt den Verlauf dieses „Gefäßes“ (Fig. 6G), wie ich es nennen will, ohne damit irgend eine bestimmte Angabe in bezug auf seine Funktion machen zu wollen. Es zog sich vom Vorderschildchen außen am Rüssel entlang, bis zur Einstülpung desselben.

Die innere Anatomie zeigte keinerlei Abweichungen von den Théelschen Angaben.

Fundort: Nordsee Station 03. VII St. 65.

Théel fand seine Exemplare an der Westküste von Schweden (Bohuslân) und an der Westküste von Norwegen i. S. von Bergen („reef of Jutland“).

Gattung Onchnesoma Koren u. Danielssen. 1875 und 1877.

Zu dieser Sipunculidengattung gehören die kleinsten der bis jetzt bekannten Formen. Körper birnenförmig, Rüssel immer länger als der Körper. Haut entweder ganz glatt, nur mit ganz kleinen Papillen versehen *(Onchnesoma Steenstrupii)* oder mit schildförmigen braunen Platten bedeckt *(Onchnesoma squamatum)* Haken fehlend. Wenige Tentakel oder nur Tentakelscheibe. Innere Längsmuskulatur nicht in Stränge gesondert. Ein Retraktor, der ganz im Hinterende des Körpers entspringt. Darm in Schlingen die Leibeshöhle durchziehend. After mehr oder minder dicht in die Nachbarschaft der Mundöffnung verschoben (Théel 1905). Ein Segmentalorgan. Nervenstrang an der Bauchseite verlaufend.

Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen. 1875 und 1877.

Sipunculus pyriformis Danielssen. Vedens k. Forhandl. Christiania Aaret 1859.

Phascolosoma pusillum M. Sars. Vid. Forh. Aaret 1868.

Körper birnenförmig, mit äußerst langem und dünnem Rüssel. Hinterende des Körpers deutlich zugespitzt. Haut dick, mit sehr kleinen kegelförmigen Papillen besetzt, die am Rüssel besonders dicht und in Querreihen angeordnet stehen. Ein Segmentalorgan, das mit zahlreichen Fäden an der Körperwand befestigt ist. Darm in mannigfach gewundenen Schlingen die Leibeshöhle durchziehend. Kontraktiles Gefäß nicht beobachtet. Haken und Tentakeln fehlen.

Der Körper vorliegender Art erreicht nur eine Länge von wenigen Millimetern, während sich der Rüssel durch ganz besondere Länge auszeichnet. Die genaue Länge ist meist recht schwer anzugeben, weil der ausgestülpte Rüssel meist spiralig aufgerollt ist und die einzelnen Spiralschlingen schlecht auszumessen sind.

Das Hinterende des Körpers ist mit einer deutlichen Spitze versehen, von der aus Längsfurchen strahlig nach der Körpermitte hin verlaufen, diese Längsbänder besitzen nach Théel eine einigermaßen konstante Zahl (20—30) und sind mit großen dunklen Hautkörpern und kleinen hellen Plättchen bedeckt. Bei Betrachtung mit stärkerer Vergrößerung lösen sich die dunklen Hautkörper in zahlreiche kleine Plättchen auf, die ich für Chilinplatten ansehe. Aus solchen Chilinplatten setzen sich die sämtlichen Erhebungen der Spitze des Körperendes zusammen. Bei den meisten der von mir untersuchten Exemplare waren die Plättchen hell und farblos, bei einigen jedoch hell- bis braungelb, so daß die ganze Spitze rostrot gefärbt erschien und auch der übrige Teil des Körpers besaß dann in mehr oder weniger ausgesprochenem Maße diese Färbung. Diese eben genannten Längsbänder erstrecken sich von der Spitze etwa bis zur Körpermitte, dann treten Querfalten auf, die sich hin und wieder kreuzen, so daß eine Art Netzstruktur entsteht. Eigentliche echte Papillen mit Ausführungsgang habe ich nur vereinzelt auf der Körperhaut gesehen. Am Rüssel stehen dicht gedrängt kleine Papillen in Reihen angeordnet. Die von Théel beschriebenen „cuticular folds", die in mehr oder minder regelmäßigen Intervallen rund um den Rüssel verlaufen, halte ich für zufällige, durch den Kontraktionszustand bedingte Hautfalten. Die innere Anatomie, so weit ich sie an aufgeschnittenen Exemplaren und Aufhellpräparaten untersuchte, stimmte mit den von Koren u. Danielssen, Théel und Shipley gemachten Angaben überein. Es findet sich nur ein Retraktor, der ganz im Hinterende des Körpers direkt an der Spitze entspringt. Der Darm zieht in zahlreichen Windungen durch die Leibeshöhle und bildet keine Spirale.

Aus der Nordsee lag mir die Art von folgenden Stationen vor:

02. III N. 8.
02. XI N. 8.
02. III N. 10.
02. VIII N. 11.
03. II N. 8.
03. V N. 9.
03. VIII N. 8.
03. XI N. 7.
04. V N. 10.
04. VIII N. 8.
05. 2. N. 5.
05. II N. 14.
05. XI N. 7.
05. V N. 8.
07. VIII N. 8.
07. XI N. 7.
07. XI N. 17.
08. 5. N. 10.
08. 8. N. 8.
08. 8. N. 10.
08. 8. N. 17.
09. II N. 10.
09. II N. 7.
09. VIII N. 7.
10. V N. 7.
04. 3. St. 3.
06. IV St. 28.

Von sonstigen Fundorten nenne ich: Moldefjord — Christiansund — Bergenfjord — Hardangerfjord — Sondfjord (Koren u. Danielssen 1877). Westküste von Skandinavien — Skagerrak (Théel 1905). Mittelmeer? — (Lo Bianco 1904). Küste von Irland (Southern 1913).

Onchnesoma squamatum Koren u. Danielssen. 1875 u. 1877.

Phascolosoma olivaceum M. Sars 1868.

Phascolosoma squamatum Koren u. Danielssen 1875 u. 1877.

Phascolion squamatum Selenka 1885.

Körper keulenförmig, überall dicht mit großen vorstehenden Schildern bedeckt. Echte Papillen vorhanden. 8 bis 9 kleine Tentakel. Haken fehlen. Ein freies Segmentalorgan. Darm aus einigen Schlingen und einer Spirale zusammengesetzt. Ein Retraktormuskel.

Diese Art lag mir von folgenden Stationen vor:

08. VIII N. 17 (4 Exemplare).	09. II N. 17.
08. V N. 10.	10. V N. 7.
07. XI N. 7.	

Von sonstigen Fundorten nenne ich: Westküste von Norwegen — Nordatlantischer Ozean (Théel 1905). Westküste von Holland (Southern 1913).

II. Familie Priapuliden.

Körper zylindrisch in Rüssel, Stamm und Schwanzanhang (Priapulus) oder nur in Rüssel und Stamm gesondert (Halicryptus). Rüssel stets kurz. Mundöffnung und Innenfläche des Schlundkopfes mit Zahnbewaffnung versehen. Tentakelkranz ganz fehlend. After am Hinterende des Körpers ausmündend. Der Darm bildet keine Schlingen, sondern zieht in gerader Richtung vom Vorder- zum Hinterende des Körpers. Zahlreiche Retraktoren vorhanden. Geschlechtsorgane aus zwei im Hinterende des Körpers neben dem After ausmündenden Schläuchen bestehend.

Bestimmungstabelle der beiden vorkommenden Gattungen.

A. Am Hinterende des Körpers finden sich ein oder zwei Anhänge, die man als „Schwanzanhang" bezeichnet. Sie bestehen aus einem Grundstock und zahlreichen davon ausgehenden bläschenförmigen Ausstülpungen. Lange und kurze Retraktoren sind vorhanden. Längsmuskulatur in Stränge aufgelöst. Priapulus Lamarck.

B. Schwanzanhang fehlend. Nur kurze Retraktoren. Längsmuskulatur nicht in Stränge aufgelöst. Halicryptus v. Siebold.

Priapulus caudatus Lamarck.

Priapulus humanus Linné. Syst. Nat. Ed. X 1758.

Holothuria priapus Linné. Syst. Nat. Ed. XII 1767.

Holothuria priapus O. Fabricius. Fauna grönlandica 1780.

Priapulus caudatus Lamarck. Hist. Nat. des Anim. sans vert. III, Ed. I, 1816.
Priapulus hibernicus M. Coy. Ann. and Mag. of Nat. Hist. I, Ser. XV, 1845.
Priapulus caudatus Ehlers 1862.
Priapulus glandifer Ehlers 1865.
Priapulus brevicaudatus Ehlers 1865.
Priapulus multidentatus Moebius 1871.

Körper in drei verschiedene Teile abgegrenzt, in Rüssel, Stamm und Schwanzanhang. Rüssel mit 25 Längsrippen versehen. Die Mundöffnung ist von Zähnen umstellt, ebenso ist die innere Fläche des Schlundkopfes mit Zahnbewaffnung versehen. Stamm mit äußerlich deutlich sichtbaren Ringfurchen bedeckt, auf denen zerstreut drüsenartige Organe sich finden. Schwanzanhang aus einem Grundstock und vielen davon ausgehenden bläschenartigen Ausstülpungen zusammengesetzt. Die innere Anatomie zeigt acht lange und zahlreiche kurze Retraktoren neben den 25 Rüsselretraktoren. Längsmuskulatur in Stränge gesondert. Darmkanal in gerader Richtung vom Vorder- zum Hinterende des Körpers ziehend. Geschlechtsorgane aus zwei Keimdrüsen gebildet, die durch einen Ausführungsgang neben dem After ausmünden. Nervenstrang als weißer Streifen an der Bauchseite des Tieres durchschimmernd.

Vorliegende Art zeichnet sich durch ziemlich weitgehende Variationsmöglichkeiten aus, besonders in bezug auf die Ansatzstellen der Hauptretraktoren und durch die Form der Zähne des Schlundkopfes. Im Jahre 1865 stellte Ehlers auf Unterschiede in eben genanntem Sinne hin zwei neue Arten auf, den *Priapulus glandifer* und den *Priapulus brevicaudatus*; beide Arten wurden jedoch später zurückgezogen, ebenso wie die von Moebius aufgestellte Art *Priapulus multidentatus*, die besonders in der Form der Zähne Unterschiede vom Normaltyp des *Priapulus caudatus* zeigen sollte. Im Jahre 1808 wurde von Baird die Art *Priapulus tuberculato-spinosus* aufgestellt, die De Guerne 1898 genauer beschreibt und Michaelsen 1889 als *Priapulus caudatus var. antarcticus* aufführte. Auch die Berechtigung dieser Varietät wurde wieder in Zweifel gezogen. In seiner neuesten *Sipunculoideen*-Arbeit vom Jahre 1911 hat sich Théel eingehend mit der Frage beschäftigt, in wie weit die einzelnen Formen der Art *Priapulus caudatus* aus nordischen und arktischen Gewässern sich von den in antarktischen Regionen gefundenen unterscheiden. Indem er sich auf Unterschiede im Bau der Zähne stützt, kommt er zu dem Resultat, daß man sehr wohl eine antarktische Varietät *Priapulus caudatus* Lamarck *forma tuberculato-spinosus* von den nordischen und arktischen Formen abgrenzen könne. Da mir Exemplare von *Priapulus caudatus* aus der Nord- und Ostsee, von Grönland und Spitzbergen und auch solche aus antarktischen Gegenden zur Verfügung standen, habe ich mich mit dem Vergleich der Exemplare von verschiedenen Gegenden beschäftigt und besonders die Form der Zähne untersucht und sie miteinander verglichen. Abgesehen von dem Unterschied in der Form der Zähne und im Ansatz der Retraktoren, von denen weiter unten die Rede sein

soll, ist der äußere Habitus und die innere Anatomie von Exemplaren der verschiedensten Gegenden immer völlig übereinstimmend. Der Körper läßt deutlich drei Abschnitte erkennen, den mit Längsrippen versehenen Rüssel, den mit deutlichen Ringfurchen und Hautdrüsen bedeckten eigentlichen Körper oder Stamm und den eigenartigen, sofort ins Auge fallenden Schwanzanhang. Die den Rüssel äußerlich bedeckenden 25 Längsrippen werden von vielen kleinen kegelförmigen Stacheln gebildet, von einer breiten Basis aus laufen diese ganz allmählich nach oben spitz zu, erscheinen aber an der Spitze schräg abgeschnitten. Zwischen je zwei solcher Rippen sieht man durch die Rüsselhaut hindurch ein Längsmuskelbündel schimmern. Diese Muskelstränge liegen in 25 Strängen der Ringmuskulatur auf. Der eigentliche Körper ist mit Ringfurchen versehen, die je nach dem Kontraktionszustand des Tieres mehr oder minder deutlich hervortreten. Hautdrüsen finden sich zerstreut auf der ganzen Fläche des Stammes. Im allgemeinen sind es kleine zylindrische oben abgestumpfte Hauterhebungen, doch können sie auch langgestreckte schlauchförmige Gestalt annehmen. Am Ende des Stammes, an der Stelle, wo dieser ziemlich unvermittelt in den Schwanzanhang übergeht, finden sich kleine Erhebungen, kugelige Körper „von eigenartig mattem Glanz, 0,5 bis 1 mm groß, die in rundlichen Gruppen zusammengelagert sind", wie Ehlers sich treffend ausdrückt. Durch diese eigenartigen warzenförmigen Körper sollte sich nach Skorikow (1902) die antarktische Varietät *Priapulus caudatus* Lam. *var. antarcticus* Mich. von den nordischen Formen unterscheiden. Wörtlich sagt Skorikow: „Die Varietät *Priapulus caudatus var. antarcticus* Michaelsen unterscheidet sich von der typischen Art *Priapulus caudatus* Lamarck dadurch, daß sie am Hinterende des Körpers, unmittelbar über dem Schwanzanhang, einen Gürtel dicht nebeneinander stehender Warzen hat, die hell gefärbt, bei größeren Exemplaren mit dem unbewaffneten Auge gut zu sehen sind." Gegen diese Ansicht führt Théel an, daß er bei sämtlichen Exemplaren, die aus Grönland, Spitzbergen, der Westküste von Schweden und der Ostsee stammten, immer diesen Warzenbesatz am Hinterende gefunden habe, man also daraufhin keinen Unterschied gründen könne.

Schon frühere Arbeiten deutscher Forscher beweisen die Unhaltbarkeit der Skorikowschen Theorie. So beschreibt Ehlers in seiner grundlegenden Arbeit über *Priapulus caudatus* Lamarck (1862) diesen Gürtel von aus Grönland stammenden Individuen und Apel (1885) gibt in diesem Sinne folgende Beschreibung von aus Kiel bezogenen Exemplaren: „Verschieden von den eben beschriebenen (den Hautdrüsen) sind die warzenförmigen Erhebungen, welche wir im Bereich der letzten Stammesringe auftreten sehen. Die Zahl derselben ist bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen, oft nur 5 oder 6, oft so groß, daß die ganze Oberfläche dieses Körperteiles dicht bedeckt ist und nur die ventrale Medianlinie, in der das Bauchmark verläuft, frei bleibt." Diese Angabe stimmt mit meinen Beobachtungen auf das genaueste überein. Diesen Gürtel habe ich bei Exemplaren der verschiedensten Fundorte immer, wenn auch nicht überall gleich deutlich, getroffen. Doch war er bei den aus antarktischen Gebieten stammenden Tieren unzweifelhaft schärfer ausgeprägt und trat besser hervor, so daß der Gürtel leicht mit unbewaffnetem Auge als weißlicher Aufsatz über dem Schwanzanhang erschien, während er bei den nordischen Exemplaren oft nur bei schwacher Lupen-

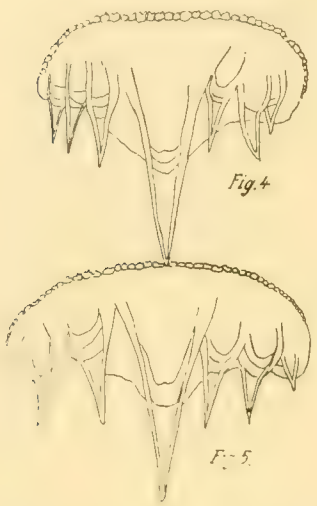
vergrößerung sichtbar wurde. Mithin ist der auf das Fehlen oder Vorhandensein des Warzenbesatzes gegründete Unterschied zwischen arktischen und antarktischen Formen hinfällig, wie Théel 1911 feststellte und wie es schon aus früheren Angaben obengenannter deutscher Forscher klar hervorging.

Als dritter Teil schließt sich an den Stamm der Schwanzanhang, der aus einem Grundstock und vielen daran hängenden bläschenförmigen Ausstülpungen besteht.

Die innere Anatomie des *Priapulus caudatus* zeigte mir 8 Retraktoren, die nur selten in gleicher Höhe im hinteren Körperende entsprangen, meist fand ich die andere, auch oft auftretende Anordnung, bei der nur 6 lange Retraktoren im hinteren Körperende sich finden, während 2 kürzere Hauptretraktoren weiter nach vorne ihren Ursprung nehmen. Das Verhalten der Retraktorenansatzstellen unterliegt individuellen Schwankungen, man kann daraufhin nicht einmal Varietäten, geschweige denn Arten gründen. Außer den 8 langen Hauptretraktoren finden sich zahlreiche kurze Retraktoren. Beide Muskelsysteme sind vorne am Schlundkopf inseriert. Außer den bis jetzt genannten Rückziehmuskeln finden sich noch 25 Retraktoren im Rüssel. Diese schimmern durch die dünne Rüsselwand hindurch und liegen immer zwischen je zwei der obengenannten Längsrippen, die der Rüsselhaut außen aufliegen. Die Längsmuskulatur ist in einzelne Stränge gesondert, wie schon Ehlers angibt. Apel dagegen meint, die Längsmuskulatur stelle eine zusammenhängende Schicht dar, nur die Kontraktion der Ringmuskulatur brächte in dieser Schicht schmale Längswülste hervor, die den Eindruck geordneter Längsmuskelstränge machten. Dieser mir etwas gesucht erscheinenden Theorie kann ich nicht beistimmen, bei großen Exemplaren habe ich immer eine deutliche Sonderung in Längsmuskelbündel wahrnehmen können. Nach dem Rüssel zu gehen sie in die 25 Rüsselretraktoren über, während sie im hinteren Körperende in die 15 Längsmuskelstreifen des Schwanzanhanges verlaufen. Der Schwanzanhang, d. h. der Grundstock desselben, ist an sich kontraktil, ist jedoch keineswegs in die Leibeshöhle selbst zurückziehbar. Die Genitalorgane liegen als weißliche Schläuche am Hinterende des Tieres, erstrecken sich ziemlich weit in die Leibeshöhle hinein und münden durch einen Ausführungsgang neben dem After. Der Nervenstrang schimmert als weißer Streifen durch die Körperhaut hindurch, er liegt an der Bauchseite auf der Ringmuskulatur. Der Verdauungstraktus zieht sich in gerader Richtung, ohne Schlingen und Windungen zu bilden, vom Vorder- zum Hinterende des Tieres. Ventral ist der Darm von einem Muskelfaden begleitet.

Von besonderem Interesse für mich war der Schlundkopf mit seiner inneren Zahnbewaffnung. Wie schon oben gesagt, ist gerade die Form der Zähne bei Tieren aus verschiedenen Gegenden mannigfachen Variationen unterworfen. Durch die neueste Théelsche Arbeit (1911) angeregt, habe ich die Priapulus-Zahnformen von Exemplaren der verschiedensten Fundorte untersucht und miteinander verglichen. Die Zähne des *Priapulus caudatus* Lamarck sind stark hornartige, meist dunkelbraun gefärbte Gebilde, die aus einer Haupt- oder Zentralspitze und einer verschiedenen Anzahl von Neben- oder Seitenspitzen bestehen. Auf die Zahl der Seitenzähne ist das Hauptgewicht zu legen. Bei Formen aus nordischen Meeren finden sich nach Théels Angaben 7 Pentagone von Zähnen und jeder Zahn trägt

jederseits vom Hauptzahn 1 oder 2, selten mehr Nebenzähne, die oft von etwas unregelmäßiger Gestalt und Anlage sind. In einer Anmerkung sagt Théel weiter: „in the full grown specimens, the lateral spines of the teeth of the seven pentagons are strong and range from one to two, seldom three". Hiermit stimmt meine Untersuchung eines völlig ausgewachsenen Exemplares aus Grönland überein; es fanden sich hier 1 Hauptzahn mit 1 oder 2 Nebenzähnen jederseits, zuweilen auch auf der einen Seite 2, auf der anderen nur 1 Nebenzahn. Das Bild war jedoch ein anderes bei einem großen ausgewachsenen Exemplar aus Helgoland; jederseits vom Zentralzahn fanden sich ganz regelmäßig 3 Nebenzähne (Fig. 4 und 5), dieser Befund entspricht den Angaben von Ehlers 1861, der als typische Zahlen für die von ihm untersuchten Exemplare 3 Seitenzähne angibt, wenn auch, wie er bemerkt, sich auch zahlreiche Abweichungen von diesem Normaltypus sich fanden. 3 Nebenzähne fand ich auch oft bei den Exemplaren aus Spitzbergen, wenn sie auch meistens nach dem von Théel angegebenen Prinzip gebaut waren. Für den *Priapulus caudatus* der Nordsee, Spitzbergen und Grönland kommt mithin neben der von Théel angegebenen Stellung von 1 und 2 selten 3 Nebenzähnen jederseits vom Hauptzahn auch oft die Form mit 3 Nebenzähnen jederseits vom Hauptzahn vor, so daß man zusammenfassend sagen kann, die Zahl der Nebenzähne beim *Priapulus caudatus* nordischer Meere variiert zwischen 1 und 3. Außerdem finden sich als Ausnahmen Formen mit 4 und mehr Nebenzähnen, die ich aber nur vereinzelt gefunden habe.

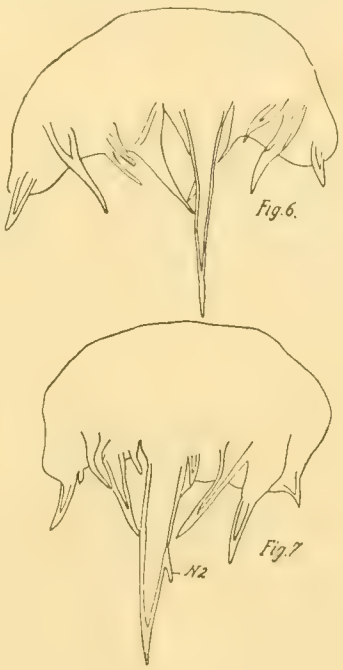


Bei den antarktischen Formen, die mir zur Verfügung standen — sie stammten aus Süd-Georgien — fand ich völlige Übereinstimmung mit den von Théel gemachten Angaben. Es waren 3 und 4 Nebenzähne jederseits vorhanden. Hier kommt es jedoch besonders auf die Zahl 4 an, denn wie ich eben zeigte, ist die Dreizahl nicht für antarktische Formen charakteristisch, da sie auch bei nordischen Formen sich finden. 4 Seitenzähne habe ich jedoch in charakteristischer Ausbildung nur bei den Tieren gefunden, die mir aus antarktischem Gebiet vorlagen.

Von den Ostseeformen wurde der *Priapulus* der Kieler Bucht 1871 von Moebius als neue Art *Priapulus multidentatus* beschrieben. Er selbst schreibt darüber wörtlich: „Der Priapulus der Kieler Bucht unterscheidet sich von dem *Priapulus caudatus* nach Ehlers Beschreibung durch zwei kurze Retraktoren des Rüssels und mehr Seitenzähne. Wenn die Ehlersschen Artunterschiede Gültigkeit behalten, wäre die Kieler Form neu und könnte *multidentatus* heißen (71 pag. 106). Lenz kommt später auf die von Moebius aufgestellte Art zurück. In bezug auf die Zahl der Seitenzähne fand er Schwankungen, indem er bei einer Anzahl von Exemplaren konstant 3 Seitenzähne fand, bei anderen 4, 5 und mehr und er meint nun, daß man auf die Zahl der Seitenzähne nicht ein zu großes Gewicht legen dürfe, da sie indi-

viduellen Schwankungen ausgesetzt seien. Lenz legt das Hauptgewicht für die Abtrennung der neuen Art in den Unterschied der Ansatzstellen der Retraktoren, indem beim *Priapulus multidentatus* ähnlich wie beim *Priapulus brevicaudatus* Ehlers zwei Retraktoren weiter nach vorne entspringen und nicht wie beim *Priapulus caudatus* Lamarck alle 8 Retraktoren auf einer Höhe ihren Ursprung nehmen. Drei Jahre später spricht Lenz dann die Ansicht aus, daß die für *Priapulus multidentatus* aufgestellten Unterschiede sich nicht als so charakteristisch herausgestellt hätten, wie Moebius und er selbst ursprünglich angenommen hätten, und läßt durchblicken, daß er Zweifel an der Berechtigung der neuen Art hege.

Von mir untersuchte Exemplare von *Priapulus caudatus* aus der Gotlandtiefe zeigten starke Abweichungen von der typischen Form in bezug auf die Zahl und Anordnung der Nebenzähne. Wenn man überhaupt auf die abweichende Zahl der Seitenzähne Gewicht legt, wie es Théel in seiner neuesten Arbeit wieder durchführt und seine Varietät *Priapulus caudatus var. tuberculato-spinosus* Baird zu Recht besteht, dann muß man auch die Ostseeformen, welche Moebius als neue Art *Priapulus multidentatus* aufstellen wollte, als Varietät auffassen und ich schlage vor, sie *Priapulus caudatus var. multidentatus* Moebius zu nennen. Der ganze Habitus des Zahnes weicht von der typischen Zahnform des *Priapulus caudatus* ab. Während bei Letzterem die Nebenzähne fast in einer Ebene liegen, somit also gleichmäßig angeordnet sind, ist bei dem *Priapulus caudatus var. multidentatus* der Zahn von ganz unregelmäßigem Aussehen (Fig. 6 und 7). Am besten und auffälligsten tritt der Unterschied wohl beim Vergleich der Zeichnungen hervor. Die Nebenzähne sitzen an allen möglichen Stellen der Basis des Zahnes auf, ihre Zahl ist eine unregelmäßige, ich zählte bis zu 7 Nebenzähnen auf jeder Seite des Hauptzahnes. Oft trägt auch der Hauptzahn noch Nebenzacken, wie ich es beim typischen *Priapulus caudatus* Zahn nie beobachtet habe. Bei den von mir untersuchten abweichenden Exemplaren handelte es sich jedenfalls um Formen, die denen ähnlich waren, wie Moebius und Lenz sie vor sich hatten. Eine besondere Art darauf zu gründen, ist unzulässig, da sich in bezug auf innere Anatomie nicht die geringsten Abweichungen fanden. Zusammenfassend hätten wir mithin beim *Priapulus caudatus* folgende drei Möglichkeiten der Zahnbildung zu unterscheiden.



1. Die Zahl der Seitenzähne schwankt zwischen 1 und 3 jederseits vom Hauptzahn. *Priapulus caudatus* Lamarck der nordischen Meere.

2. Zahn mit meist 4 Nebenzähnen jederseits vom Hauptzahn. *Priapulus caudatus var. tuberculato-spinosus* Baird auf antarktisches Gebiet beschränkt.

3. Die Seitenzähne sind unregelmäßig angeordnet und steigen an Zahl bis auf 7 jederseits vom Hauptzahn. *Priapulus caudatus var. multidentatus* Möbius Ostsee.

Wie schon weiter oben gesagt, stelle ich die neue Varietät auf, indem ich mich auf die Théelsche Auffassung stütze und der Zahl der Seitenzähne systematische Bedeutung zuspreche, doch kann man ebensogut individuelle Schwankungen in der Zahl der Seitenzähne annehmen. Dann würden die beiden Varietäten *Priapulus caudatus var. tuberculato-spinosus* Baird und der *Priapulus caudatus var. multidentatus* Moebius wegfallen. Diese Ansicht, die schon häufig geäußert worden ist, z. B. von De Guerne, sie scheint mir sogar mehr Wahrscheinlichkeit zu besitzen, da man nie die von mir oben angeführten Gruppen scharf voneinander unterscheiden kann, sondern sich überall Übergänge finden.

Priapulus caudatus lag mir von folgenden Stationen vor:

03. III	St. 17.	07. VIII	A. 67.
03. V	O. 8.	07. VIII	Kl. 105.
03. V	O. 14.	Gotlandtiefe.	
05. V	S. 4.		

Von anderen Fundorten sind zu nennen: Norwegen — Grönland (Keferstein 1865). Spitzbergen — Nordsee — Ostsee — Kieler Bucht (W. Fischer 1895). Süd-Georgien (Michaelsen 1889).

Halicryptus spinulosus von Siebold. 1862.

Körper von zylindrischer Gestalt, in Rüssel und eigentlichen Körper gesondert. Rüssel mit 25 Längsrippen versehen, die von kleinen kegelförmigen Erhebungen gebildet werden. Der ganze eigentliche Körper ist mit Ringfurchen versehen und dicht bedeckt mit kleinen scharfen Stacheln. Mundöffnung und Schlundkopf mit Zahnbewaffnung versehen. Zehn Rüsselretraktoren. Darm in gerader Richtung die Leibeshöhle durchziehend. Geschlechtsorgane als zwei verästelte Körper zu beiden Seiten des Enddarmes gelegen. Nervenstrang an der Bauchseite durchschimmernd.

Die Farbe der von mir untersuchten Exemplare wechselte von hellgelb bis dunkelbraun. In bezug auf innenanatomische Verhältnisse fand ich völlige Übereinstimmung mit den Angaben von von Siebolds und Ehlers.

Fundort: Dahme. Danziger Bucht:

06. II	O. 10.	07. VIII	A. 96.
06. II	O. 13.	07. VIII	Kl. 102.
07. VIII	A. 73.	02. VIII	O. 16.
07. VIII	A. 91.		

außerdem: Spitzbergen — Ostsee (Keferstein 1865). Weißes Meer (Skorikow).

Übersicht über die auf den einzelnen Stationen gefangenen Arten.

Nordsee und Skagerak. 40 m.

N. 1. 54° 41′ n. Br., 6° 12′ ö. L. Feiner Sand. Juli 1906 (06. VII N. 1). Phascolosoma abyssorum. Koren u. Danielssen.

N. 3. 56° 2′ n. Br., 3° 16′ ö. L. Feiner Sand. Januar 1907 (07. I N. 3). Phascolion strombi Mont.

August 1904. 73 (69) m. S. (Salzgehalt) = 35 ‰ (04. VIII N. 3). Phascolion strombi Mont.

N. 3 bis N. 4. Zwischen beiden Stationen 56° 36,5′ n. Br., 2° 23′ bis 56° 41′ n. Br., 2° 15′ ö. L. November 1907. Phascolion strombi Mont. (07. XI N. 4 bis N. 3).

N. 4. 56° 41′ n. Br., 2° 15′ ö. L. Feiner Sand. November 1902. 85 (84) m. S. = 35 ‰ (02. XI N. 4). Phascolion strombi Mont.

N. 5. 57° 24′ n. Br., 3° 41′ ö. L. Feiner Sand. 64 m. Februar 1905 (05. II N. 5). Onchnesoma Steenstrupii. Große Anzahl von Exemplaren.

August 1903. 63 (61) m. S. = 35 ‰ (03. VIII N. 5). Phascolion strombi Mont. 2 Exemplare.

N. 6. 57° 54′ n. Br., 4° 48′ ö. L. Feiner Sand mit Schlick. Mai 1905. 104 (102) m. S. = 35,21 ‰ (05. V N. 6). Phascolion strombi Mont.

August 1902. 102 (101) m. S. = 35,2 ‰ (02. VIII N. 6). Phascolion strombi Mont.

N. 7. 58° 8′ n. Br., 5° 19′ ö. L. Schlick. 250—300 m. Februar 1909 (09. II N. 7). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen (viele Exemplare).

Mai 1910 (10. V N. 7). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen. Onchnesoma squamatum. Koren u. Danielssen.

August 1909 (09. VIII N. 7). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

November 1904. 289 (284) m. T. (Temperatur) = 5,53°, S. = 35,13 ‰ (04. XI N. 7).

November 1905 (05. XI N. 7). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

November 1907 (07. XI N. 7). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen u. Onchnesoma squamatum. Koren u. Danielssen (mehrere Exemplare).

N. 8. 58° 19′ n. Br., 5° 43′ ö. L. Toniger Schlick (300—360 m). Februar 1903 (340 m). (03. II N. 8.) Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

März 1902 (02. III N. 8). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

Mai 1905. 338 (335) m. S. = 35,12 ‰ (05. V N. 8). Onchnesoma Steenstrupii.

Juni 1905 (05. VI N. 8). Onchnesoma Steenstrupii.

August 1903. 360 (350) m. S. = 35,21 ‰ (03. VIII N. 8). Onchnesoma Steenstrupii.

August 1904. 328 (325) m. S. = 35,14 ‰ (04. VIII N. 8). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

August 1907 (07. VIII N. 8). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

August 1908 (08. VIII N. 8). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

November 1902. S. = 35,16 ‰. 350 m (02. XI N. 8). Onchnesoma Steenstrupii.

N. 9. 57° 52′ n. Br., 7° 20′ ö. L. Ton. Mai 1903. 445 m. S. = 35,17 ‰ (03. V N. 9). Onchnesoma Steenstrupii.

Mai 1907 (07. V N. 9). Onchnesoma Steenstrupii.

N. 10. 57° 32′ n. Br., 7° 36′ ö. L. Schlick. Februar 1909 (09. II N. 10). Onchnesoma Steenstrupii.

März 1902 (02. III N. 10). Onchnesoma Steenstrupii.

Mai 1904 (04. V N. 10). Onchnesoma Steenstrupii.

Mai 1908 (08. V N. 10). Onchnesoma Steenstrupii und Onchnesoma squamatum.

August 1908 (08. VIII N. 10). Onchnesoma Steenstrupii.

N. 11. 57° 17′ n. Br., 7° 47′ ö. L. Sand, z. T. grob. Mai 1905. 57 (56) m. T. = 5,59°, S. = 35,07 ‰ (05. V N. 11). Phascolion strombi.

Mai 1910 (10. V N. 11). Onchnesoma Steenstrupii.

Juli 1902 (02. VII N. 11). Phascolion strombi Mont.

August 1902. 61 (62) m. S. = 35,09 ‰. (02. VIII N. 11.) Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

September 1912 (12. IX N. 11). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

N. 14. 56° 13′ n. Br., 7° 2′ ö. L. Sand. Februar 1905. 33 31 m. S. 34,23 ‰. 05. II N. 14.) Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

N. 16. 59° 3′ n. Br., 4° 55′ ö. L. 243 m. Schlick. Mai 1908 (08. V N. 16). Phascolion strombi Mont.

N. 17. 58° 55′ n. Br., 4° 10′ ö. L. 284 m. Schlick. Februar 1909 (09. II N. 17). Onchnesoma squamatum.

Februar 1909 (09. II N. 17). Onchnesoma squamatum.

August 1908 (08. VIII N. 17). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen und Onchnesoma squamatum Koren u. Danielssen.

November 1907 (07. XI N. 17). Onchnesoma Steenstrupii Koren u. Danielssen.

1903. März 1903. St. 17. 51° 16′ n. Br., 4° 2′ ö. L. Schlick (03. III St. 17). Priapulus caudatus.

März 1903. St. 49. 55° 18′ n. Br., 6° 19′ ö. L. 51 m. S. = 35,20 ‰ Schlick. Phascolion strombi Mont. 03. III St. 49.

März 1903. St. 41. 57° 46′ n. Br., 11° 1′ ö. L. 40 m. S. = 24,91 ‰ Schlick. Phascolosoma procerum Moebius (03. III St. 41).

Juli 1903. St. 62. 55° 5′ n. Br., 7° 12′ ö. L. 32 m. S. = 33,48 ‰ feiner Sand mit Schlick (03. VII St. 62). Phascolion strombi.

Juli 1903. St. 65. 55° 39′ n. Br., 2° 31′ ö. L. 72 bis 69 m. S. = 35,02 ‰ feiner Sand mit Schlick (03. VII St. 65). Phascolion strombi Mont. Phascolosoma procerum Moebius. Aspidosiphon mirabilis Théel.

1904. März 1904. St. 3. 56° 31′ n. Br., 4° 28′ ö. L. 62 m. S. = 35,05 ‰ feiner Sand (04. III St. 3). Onchnesoma Steenstrupii.

Juli 1904. St. 27. 56° 52,5′ n. Br., 3° 22′ ö. L. 66 m. S. = 35,14 ‰ feiner Sand (04. VII St. 27). Phascolion strombi.

Juli 1904. St. 28. 57° 20,5′ n. Br., 2° 8′ ö. L. 85 m. S. = 35,02 ‰ schlickiger Sand (04. VII St. 28). Phascolion strombi.

Juli 1904. St. 30. 58° 33,5′ n. Br., 1° 55′ ö. L. 88 m. S. = 35,07 ‰ feiner schlickiger Sand (04. VII St. 30). Phascolion strombi.

Juli 1904. St. 31. 58° 7′ n. Br., 2° 49,5′ ö. L. 87 m. S. = 35,08 ‰ Schlick (04. VII St. 31). Phascolion strombi.

1905. März 1905. St. 14. 58° 0′ n. Br., 1° 48′ ö. L. 80 m (05. III St. 14). Phascolion strombi.

März 1905. St. 16. 57° 9′ n. Br., 0° 13′ w. L. 86 m. Feiner Sand mit Schlick (05. III St. 16). Phascolion strombi.

Juni 1905. St. 51. 56° 19,5′ n. Br., 0° 17′ ö. L. 90 m. Feiner Sand. Phascolion strombi (05. VI St. 51).

1905. September 1905. St. 8. 61° 16′ n. Br., 1° 2′ w. L. 187 m. Feiner Sand (05. IX St. 8). Phascolion strombi.

1906. April 1906. St. 28. 59° 7′ n. Br., 4° 39′ ö. L. 240 m (06. IV St. 28). Onchnesoma Steenstrupii.

Kattegatt.

1910. Mai 1910. K. 8. 57° 35′ n. Br., 11° 10′ ö. L. 42 m. Phascolosoma procerum Moebius (10. V K. 8).

Ostsee.

Mai 1903. St. O. 8. 54° 54′ n. Br., 13° 12′ ö. L. 46 m. Priapulus caudatus.

Mai 1903. St. O. 14. 55° 13′ n. Br., 15° 31′ ö. L. Priapulus caudatus.

Februar 1906. O. 10. 54° 38′ n. Br., 14° 47′ ö. L. 66 m. Halicryptus spinulosus.

Februar 1906. O. 13. 55° 41′ n. Br., 20° 32′ ö. L. 51 m. Halicryptus spinulosus.

August 1907. A. 67. 55° 23′ n. Br., 16° 2′ ö. L. 85,5 m. Mud. Priapulus caudatus (07. VIII A. 67).

August 1907. A. 75. 55° 22′ n. Br., 17° 14′ ö. L. 75 m. Sand mit Schlick durchsetzt und Ton. Halicryptus spinulosus.

August 1907. A. 91. 56° 54′ n. Br., 17° 59′ ö. L. 52 m. Feiner und scharfer Sand. Halicryptus spinulosus.

August 1907. A. 96. 57° 16′ n. Br., 20° 4′ ö. L. 218 m. Weicher Mud. Halicryptus spinulosus, Priapulus caudatus.

Faunistische Bemerkungen.

Bevor wir eine Aufzählung der bis jetzt aus der Nordsee bekannten Sipunculiden geben, müssen wir erst den Begriff „Nordsee“ bestimmen. Die Grenzen dieses Meeres werden von verschiedenen Forschern abweichend angegeben, und sie werden in gewissem Sinne immer mehr oder minder willkürlich sein, da bestimmte geographische Grenzen schwer festzulegen sind. Folgende Grenzen habe ich meiner Arbeit zugrunde gelegt: Im Norden bilden die Shetland-Inseln und der 61. Breitengrad, im Westen die Linie Shetland-Inseln—Orkney-Inseln—Ostküste von England und die Linie Dover—Calais, im Süden die Küsten von Frankreich und die der Niederlande und im Osten die nordfriesische und jütische Küste und der 8. Längengrad die Grenze. Das Skagerrak und Kattegatt ist als Übergangs- und Austauschgebiet zwischen Nord- und Ostsee aufzufassen.

Die Nordsee ist kein in sich abgeschlossenes Gebiet, sondern steht durch Verbindungsstraßen mit dem Ozean in Zusammenhang. Es handelt sich hier besonders um die breiten nördlichen Verbindungswege, die zum Nordatlantischen Ozean führen und um den schmalen südlichen Ärmelkanal. Durch diese Zugangsstraßen können sowohl von Norden Tiere aus arktischen Meeren einwandern, als auch durch den Kanal südliche Formen vorzudringen vermögen. Die Fauna der Nordsee ist aus diesem Grunde keine fest abgegrenzte, sondern eine Mischfauna. Für die Sipunculiden kommt eine Einwanderung von Norden und Süden ganz besonders in Betracht, da sie schwimmende Larven besitzen, die durch Meeresströmungen weit verschleppt werden können.

In der eigentlichen Nordsee sind die Sipunculiden, soweit sie bis jetzt bekannt sind, mit 15 Arten vertreten. Im Übergangsgebiet des Skagerraks und Kattegatts geht die Zahl der Arten bedeutend zurück und auch hier kann man die Abnahme nach der westlichen Ostsee zu deutlich beobachten; während sich im Skagerrak noch 8 Arten finden, geht die Zahl derselben im Kattegatt auf 4 zurück, in der westlichen Ostsee kommen Sipunculiden überhaupt nicht mehr vor.

Die Priapuliden sind in der Ostsee und im Übergangsgebiet durch zwei Gattungen mit je einer Art vertreten, während sich in der Nordsee nur eine Gattung mit einer Art findet.

Um die Verhältnisse in bezug auf das Abnehmen der Zahl der Arten von der Nordsee durch das Übergangsgebiet hindurch zur Ostsee deutlich zu machen, zugleich aber auch, um die einzelnen Arten und ihr Vorkommen in den einzelnen Meeresabschnitten möglichst übersichtlich aufzuführen, gebe ich folgende Übersichtstabelle:

Übersichtstabelle der in der Nord- und Ostsee sich findenden *Sipunculoideen*.

Name der Art	Nordsee	Skagerrack	Kattegat	Westl. Ostsee	Östl. Ostsee
Sipunculus nudus	+		-		
Sipunculus norvegicus	+	—	—	—	—
Physcosoma Lovenii	+	—	—	—	—
Phascolosoma Trybomi	—	—	+	—	—
Phascolosoma margaritaceum	+	-			
Phascolosoma abyssorum	+	—	—	—	—
Phascolosoma vulgare	+	+	+	—	—
Phascolosoma procerum	+	+	+	—	—
Phascolosoma elongatum	+	+	—	—	—
Phascolosoma Sabellariae / *Phacolosoma improvisum* } Phasc. minutum (Phasc. Johnstoni)	+	+			
Phascolion strombi	÷	+	+	—	—
Phascolion tuberculosum	+	+			
Aspidosiphon mirabilis (Asp. Mülleri)	+	+			
Onchnesoma Steenstrupii	+	+	—	—	—
Onchnesoma squamatum	+	—			
Priapulus caudatus	+	+	+	+	+
Halicryptus spinulosus	—	—	+	+	+

Das deutlich ins Auge fallende Abnehmen der Arten an Zahl von der Nordsee nach der Ostsee zu durch das Übergangsgebiet des Skagerraks und Kattegatts hindurch hängt wahrscheinlich eng mit dem abnehmenden Salzgehalt zusammen. Nach Brandt ist der Einfluß des abnehmenden Salzgehaltes ein wesentlich physikalischer und beruht auf der mit ihm verbundenen Änderung des osmotischen Druckes.

Im folgenden will ich einen kurzen Überblick über die Verbreitung der Nordseeformen in das angrenzende arktische und lusitanische Gebiet geben. Das Nordmeer kann man in drei große faunistische Hauptregionen einteilen, in die arktische, die boreale und die lusitanische Region. Die arktische Region umfaßt kurz gesagt das Gebiet nördlich vom Polarkreis, das boreale Gebiet das Küstenplateau Skandinaviens vom Polarkreis nach Süden hin, die Nordsee, das Skagerrak, das Kattegatt, die Shettland- und Färoerinseln und die West- und Süd-Küste von Island. Als lusitanisches Gebiet pflegt man den südlichen Teil des Kanals und die daran grenzenden Meeresteile zu bezeichnen.

Die Gattung *Sipunculus* hat in der Nordsee nur zwei Vertreter, *Sipunculus nudus* und *Sipunculus norvegicus*. Die dritte oft noch angeführte Art *Sipunculus priapuloides* Koren und Danielssen ist nach Théels (1905) und Sluiters (1912) Untersuchungen mit *Sipunculus norvegicus* identisch. Während *Sipunculus nudus* nördlich nur bis zur Höhe von Irland gefangen wurde, dringt *Sipunculus norvegicus* ins arktische Gebiet vor, doch überschreitet er die Grenze nicht allzuweit nach Norden hin, und wenn man ihn bei den Lofoten gefunden hat, so ist hier der Einfluß des warmen Golfstromes in Betracht zu ziehen. Im Süden sind beide Arten weit verbreitet, *Sipunculus nudus* besonders im Mittelmeer.

Nach der Hérubelschen Auffassung handelt es sich hier um Formen arktischen und subarktischen Ursprungs, die bei der Wanderung nach dem Süden im Norden zurückgeblieben sind. *Sipunculus nudus* soll seine zweite Heimat im Mittelmeer gefunden haben und von dort aus dann weit in den Süden hinein Ausläufer geschickt haben, so daß er bis zum Bismarckarchipel vordringt, während *Sipunculus norvegicus* bei seiner Südwanderung an den Küsten Skandinaviens entlang gezogen und dann zum Golf von Gascogne, der Küste Portugals und zu den Azoren gelangt sei. Diese Theorie will mir nicht recht einleuchten. Im ganzen allgemein betrachtet erscheinen die Arten der Gattung *Sipunculus* doch als typische Warmwasserbewohner. In diesem Sinne spricht sich auch Selenka aus, wenn er schreibt: „Die wärmeren Meere beherbergen die größte Anzahl von Spezies und nur wenige Arten kommen in höheren Breiten vor, letztere sind meist klein und bewohnen beträchtliche Tiefen. Über den 45.° hinaus leben in der nördlichen Hemisphäre nur zwei Arten."

Hieraus scheint mir hervorzugehen, daß es sich bei der Gattung *Sipunculus* um eine mehr oder minder tropische handelt und es ist vielleicht nicht minder berechtigt, gerade in einem der Hérubelschen Ansicht entgegengesetzten Sinne unsere nordischen *Sipunculus*-Arten als äußerste Ausläufer von aus Süden nach Norden vordringenden Arten aufzufassen. Für diese Tatsache scheint mir auch zu sprechen, daß die Fundorte für *Sipunculus norvegicus*, die Hérubel anführt, alle im Golfstrom gelegen sind und den Gedanken sehr nahelegen, daß sie mit diesen vom Süden zu den Küsten Skandinaviens und bis zu den Lofoten im Larvenzustand heraufgeführt

worden sind. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Sipunculus nudus*, der mir vom Süden durch den Kanal in die Nordsee eingedrungen zu sein scheint, da er im Kanal häufig und an der Küste von Belgien und Holland in einigen Exemplaren gefangen worden ist, während der Fundort im Norden von Holland wiederum auf ein Vordringen mit dem Golfstrom hinzuweisen scheint.

Die Gattungen *Physcosoma* und *Aspidosiphon*, die wohl ebenso wie die Gattung *Sipunculus* als Warmwasserformen zu bezeichnen ist, haben in der Nordsee nur je einen Vertreter, *Physcosoma Lovénii* Koren u. Danielssen und *Aspidosiphon mirabilis* Théel. Eine zweite Art der Gattung *Aspidosiphon* — *Aspidosiphon armatum* Danielssen u. Koren ist von der Westküste von Norwegen 64° 2′ n. Br., 15° 35′ ö. L. bekannt, gehört mithin nicht in den von mir abgegrenzten Begriff „Nordsee". Die Art *Physcosoma Lovénii* ist nur in einem einzigen Exemplar aus dem Bergen-Fjord bekannt und auch die Art *Aspidosiphon mirabilis* Théel ist nur an ganz wenigen Fundorten festgestellt worden, so daß man heute noch wenig Genaues über das Verbreitungsgebiet dieser beiden Gattungen in nordischen Meeren sagen kann. Vielleicht liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei der Gattung *Sipunculus* und es handelt sich um äußerste Ausläufer von nach Norden vordringenden südliche Formen. Eine jüngst erschienene Arbeit von Southern (1913) erklärt *Aspidosiphon mirabilis* Théel für identisch mit *Aspidosiphon Mülleri* Diesing und *Aspidosiphon armatus* Koren und Danielssen und weist so auf eine Verbreitung dieser Form vom Mittelmeer aus nach Norden hin.

Die Gattung *Phascolosoma* ist von allen vorkommenden Gattungen in der Nordsee mit den meisten Arten vertreten. Von diesen ist *Phascolosoma margaritaceum* nur vereinzelt in der Nordsee gefangen worden. Die meisten Fundortsangaben beziehen sich auf arktisches Gebiet. Von Théel wird die Art noch als „true arctic form" bezeichnet. Hérubel gibt als Fundort in seiner Tabelle (1907) unter anderem auch das Kattegatt an. Hier liegt ein Irrtum vor. Hérubel setzt *Phascolosoma luteum* Théel = *Phascolosoma margaritaceum, Phascolosoma luteum* ist jedoch keineswegs mit *Phascolosoma margaritaceum* synonym, sondern mit *Phascolosoma vulgare* Bl.

Phascolosoma procerum Moebius ist in der Nordsee und im Kattegatt weit verbreitet und wurde bis jetzt als boreale Form aufgefaßt, doch hat sie Sluiter (1912) bei Karlsoe in Norwegen feststellen können, sie dringt also auch ins arktische Gebiet vor. Ähnlich liegt der Fall bei *Phascolosoma abyssorum*, das im allgemeinen nur aus der Nordsee bekannt ist, doch gibt W. Fischer als Fundort Spitzbergen an (1895).

Die Art *Phascolosoma vulgare* ist in der Nordsee weit verbreitet, dringt ins arktische Gebiet vor, findet sich aber auch im Kanal und im Mittelmeer, also im lusitanischen Gebiet.

Die beiden von Théel aufgestellten Arten *Phascolosoma Sabellariae* und *Phascolosoma improvisum* sind nach G. Pauls Untersuchungen (1909) identisch mit *Phascolosoma minutum* Keferstein (1862) und also auch mit *Phascolosoma Johnstoni* Forbes (Southern 1913). Diese Art ist aus der Umgebung von Helgoland bekannt, sie findet sich auch im Kattegatt, Keferstein fand sie an der Küste der Normandie bei St. Vaast. la Hongue.

Die Gattung *Phascolion* ist mit zwei Arten in der Nordsee vertreten. *Phascolion strombi* findet sich in der ganzen Nordsee weit verbreitet, geht hoch hinauf ins arktische Gebiet, ist im

Kattegatt, aber auch im Kanal, im Mittelmeer, im Adriatischen Meer und an den Küsten der Vereinigten Staaten verbreitet. 1911 hat Théel sie auch im antarktischen Gebiet feststellen können. Die zweite Art *Phascolion tuberculosum* Théel ist im Kattegatt gefunden worden, sie kommt auch im arktischen Gebiet vor.

Die Gattung *Onchnesoma* mit ihren zwei Arten *Onchnesoma Steenstrupii* und *Onchnesoma squamatum* ist bis jetzt sicher nur aus arktischem und borealem Gebiet bekannt. In meinem Material lagen beide Arten in zahlreichen Exemplaren aus der Norwegischen Rinne vor. Lo Bianco will *Onchnesoma Steenstrupii* im Mittelmeer gefunden haben. Wie Théel schon bemerkt, ist jedoch die von ihm gegebene Abbildung so wenig charakteristisch, daß es zweifelhaft erscheint, ob ihm die wirklich in Frage kommende Art vorgelegen hat. Ihrer Kleinheit wegen mögen jedoch diese beiden Arten vielfach bei den Fängen nicht aufgebracht worden sein und es ist nicht unmöglich, daß die Gattung *Onchnesoma* eine weitere Verbreitung besitzt als man bis jetzt anzunehmen geneigt ist.

Priapulus caudatus Lamarck ist in Nord- und Ostsee sowie in den angrenzenden nordischen und arktischen Meeren weit verbreitet, während *Halicryptus spinulosus* v. Sieb. aus der Ostsee und dem nördlichen Eismeer, jedoch bis jetzt nicht aus der Nordsee bekannt ist.

Anatomische Bemerkungen.

Anlage und innerer Aufbau des Aspidosiphon-Schildchens.

Am vorderen und hinteren Körperende der *Aspidosiphon*-Arten findet sich eine Chitinbildung, die man mit dem Namen „Schildchen" belegt hat. Schon seit langer Zeit hat man ihre Formen als systematische Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Arten benutzt, doch erst in neuerer Zeit sind diese eigenartigen Bildungen genauer untersucht und Erklärungen über ihre mutmaßliche Entstehung gegeben worden. So finden wir bei Hérubel in seiner Arbeit „Recherches sur les Sipunculides" (1907) eine genauere Beschreibung, die sich auf das Schildchen von *Aspidosiphon Mülleri* bezieht, doch befindet sich der Autor im Irrtum, wenn er schreibt: „Tous les auteurs (Danielssen et Koren 1881; Selenka, De Man et Bulow 1883; Sluiter 1881; Selenka 1885; Sluiter 1891, 1898; Horst 1899) qui ont décrit des *Aspidosiphons*, ont négligé de nous donner des détails sur la structure des boucliers." Von eben genannten Forschern hat sich allerdings auch meines Wissens nach keiner genauer mit dem Studium des Schildchens befaßt, doch hat z. B. Jourdan in seinem Aufsatz „Les corpuscules sensitifs et les glandes cutanées des Géphyriens inermes" (1891) eine, wenn auch kurze, so doch wichtige Angabe in Hinsicht auf den Aufbau dieses Gebildes gemacht und Théel (1875 und 1906) eine genaue äußerliche Beschreibung des Schildchens von *Aspidosiphon mirabilis* Théel gegeben.

Die von Hérubel aufgestellte Theorie der mutmaßlichen Entstehung des Schildchens steht im völligen Widerspruch mit Jourdans kurzer, aber deutlich ausgesprochener Angabe. Da mir reichliches Material von *Aspidosiphon venabulum* aus dem Naturhistorischen Museum zu Hamburg zur Verfügung stand — die beiden Exemplare von *Aspidosiphon mirabilis* Théel,

die sich in der mir aus der Nordsee vorliegenden Sammlung befanden, reichten zur Untersuchung nicht aus — habe ich zur weiteren Aufklärung der strittigen Fragen in bezug auf den Aufbau des Schildchens Schnittserien durch das Vorderschildchen der Art *Aspidosiphon venabulum* hergestellt.

Äußerlich stellt ein Schildchen eine fest umgrenzte, dunkelbraun gefärbte Zone des Körpers dar. Das Schwanz- oder Hinterschildchen umfaßt das ganze Hinterende des Tieres, während das Vorder- oder Afterschildchen nur dorsal den Körper umgreift und einen Sattel bildet.

Will man sich genauer über die Zusammensetzung orientieren, so betrachtet man ein durch Nelkenöl aufgehelltes Schildchen unter dem Mikroskop und sieht dann, daß es aus einer großen Anzahl fest aneinander stoßender Chitinplättchen gebildet ist. Zweierlei Schildchenformen lassen sich bei den verschiedenen Arten unterscheiden, die man als gekörnelte und gefurchte bezeichnet hat. Im ersten Falle haben wir es mit einer Anhäufung von mit Chitinplättchen bedeckten Buckeln zu tun, die sich aus der kontinuierlich mit Plättchen bedeckten Grundfläche erheben; im zweiten Falle zeigt die mosaikartig getäfelte Grundfläche Furchen, die ebenfalls mit Chitinplättchen ausgelegt sind und vom Rande bis zur Mitte des Schildchens verlaufen. Von beiden Schildchenformen lagen mir Beispiele vor: *Aspidosiphon venabulum* mit gekörneltem Schildchen und *Aspidosiphon mirabilis* Théel sowie *Aspidosiphon Mülleri* mit gefurchten Schildern.

Betrachten wir das gekörnelte Schildchen von *Aspidosiphon venabulum* äußerlich genauer, so finden wir auf den Buckeln kreisrunde Öffnungen, meist eine an der Spitze, oft auch noch seitliche, ich zählte bis zu vier Öffnungen an einem Buckel. (Fig. 8 der Tafel.) Es handelt sich hier um Ausführungsgänge von Drüsen, die durch die Chitinbuckel geschützt sind.

Was das gefurchte Schildchen anbelangt, so habe ich der Théelschen Beschreibung wenig hinzuzufügen. Vorder- und Hinterschildchen heben sich bei den gefurchten Formen meist durch einen Aufsatz vom eigentlichen Körper ab. Dieser Aufsatz findet sich auch am Schildchen von *Aspidosiphon mirabilis*. Théel beschreibt ihn jedoch nicht. In meiner Fig. 7 der Tafel habe ich den Aufsatz mit a bezeichnet. Diese Bildung zeigt dieselben Furchen und Erhebungen wie das eigentliche Schildchen, sie verlaufen etwa bis zur Mitte desselben. Auf den ersten Blick hält man die dunkelbraunen Längslinien für Erhebungen und die dazwischen verlaufenden helleren Teile für Furchen. Diese Anschauung ist jedoch irrig, auch Théel scheint sich in diesem Irrtum befunden zu haben. Durch genaue Betrachtung unter dem Mikroskop geht deutlich hervor, daß die dunkelbraunen Längsradien die Furchen sind, die dazwischenliegenden helleren Teile dagegen gerade die Erhebungen. Um die verschiedenen Teile des Schildchens deutlich hervortreten zu lassen, habe ich in der Übersichtsfigur (Fig. 7 der Tafel) Furchen und Erhebungen mit Buchstaben bezeichnet und hoffe, daß die Zeichnung die Verhältnisse deutlicher hervortreten läßt als eine längere Beschreibung.

Wie schon oben gesagt, bestehen die Schildchen aus einer Anzahl fest aneinanderstoßender Chitinplättchen von unregelmäßiger Gestalt (Textfigur 8). Nach der Tiefe zu verjüngen sich die Plättchen und stoßen mit ihren Kanten nicht mehr zusammen. Dies zeigt die Betrachtung

bei tiefer Einstellung (Textfigur 9). Die Zahlen beziehen sich auf dieselben Platten wie in Textfigur 8.

Wie hat man sich nun die Entstehung und das Wachstum dieser Chitinbildungen vorzustellen. Jourdan sagt: „Nous remarquons dans l'épaisseur de la cuticule des nodules colorés en brun jaunâtre sur la nature desquels il est impossible d'avoir une opinion bien arrêté. Il faut sans doute voir en eux des produits d'une transformation de la cuticule"; er läßt also die Chitinplättchen durch Umbildung der Cuticula gebildet werden. Eine ganz andere Entstehungstheorie stellt Hérubel auf: „Les glandes (Drüsen) sécrètent des plaques chitinenses très fortes, qui, vu leur solidité et leur nombre, donnent au bouclier une grande résistance." Hier werden mithin die Chitinplättchen als gehärtete Sekrete der Hautdrüsen aufgefaßt. Auf

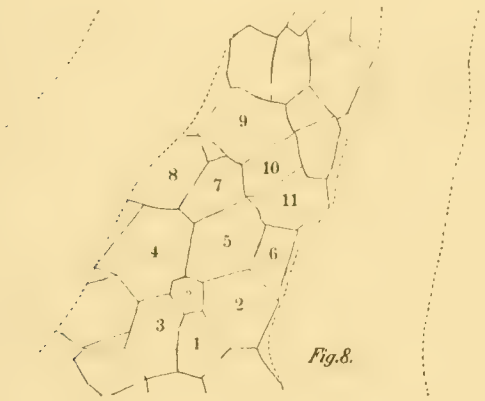


Fig. 8.

Fig. 9.

Grund meiner Untersuchungen muß ich mich Jourdans Auffassung anschließen. Für Hérubel ist es sehr schwierig, auf Grund seiner Entstehungstheorie eine Erklärung des Wachstums und der verschiedenen Schichten zu geben. Er nimmt hier zu einer eigenartigen Auffassung seine Zuflucht, indem er die Drüsen, welche die Chitinplättchen abscheiden, sich von der Epidermis loslösen und durch die Cuticula hindurch bis zur Oberfläche derselben frei wandern läßt. „L'épithélium est composé de hautes cellules, qui sécrètent, comme c'est le cas habituel, la cuticule. De place en place l'épiderme forme des sortis de papilles; ce sont des papilles glandulaires. Le processus évolutif des papilles glandes est le suivant. Elles prennent naissance aux dépens de cellules épidermiques qui s'enfoncent sous la lame épitheliale. Là, elles grossissent. La croissance continuant, elles soulèvent l'épiderme, dont les cellules petit à petit s'aplatissent: La papille glande est formée. Mais ce n'est pas tout. La papille ne tarde pas à se détacher de l'épiderme, qui se renferme sous elle. Elle est donc fondamentalement constituée. 1. de cellules d'origine épidermique, modifiées en cellules glandulaires. 2. d'une zone limitante de cellules d'origine épidermique, modifiées en cellules pavimentenses. A partir de ce moment on ne peut plus dire, qu'on a affaire à des papilles, ce sont des îlots glandulaires disséminés dans la cuticule et qui sont d'autant plus vieux qu'ils sont plus près de la périphérie."

Auf einem Querschnittsbilde, das Hérubel in seiner Arbeit gibt, werden diese losgelösten und für sich bestehenden Wanderdrüsen gezeichnet. Nach eingehender Betrachtung einer Anzahl von mir hergestellter Schnittserien und Vergleich derselben mit der Hérubelschen Zeichnung bin ich zu der Ansicht gekommen, daß die „îlots glandulaires" Hérubels nichts anderes sind als schief geschnittene Drüsen. In den seltensten Fällen werden Drüsen beim Längsschnitt genau in der Mitte durchschnitten, wie z. B. der in Figur 9 der Tafel zeigt, meistens werden sie nur sagittal getroffen und dann sieht man auf dem Querschnitt durch ein Schildchen solche Bilder, wie sie Hérubel gezeichnet und als losgelöste Drüsen angesprochen hat.

Bei genauerer Durchsicht einer Reihe aufeinanderfolgender Schnitte habe ich auch die Zusammengehörigkeit der einzelnen Drüsenquerschnitte konstatieren können. Die flaschenförmigen Drüsen, die sich in größerer Anzahl im Schildchen finden, bilden sich aus Epidermiszellen, sie wachsen bis zur Oberfläche des Schildchens empor. Das Vorkommen einzelner losgelöster und mit der Epidermis nicht in Zusammenhang stehender Drüsen habe ich nie beobachtet, und bezweifle auch, daß sie sich überhaupt vorfinden. Bestreitet man eine Wanderung losgelöster Drüsenzellen von der Epidermis zur Oberfläche, so fällt damit auch die Entstehung der Plättchen durch Sekretion aus den Drüsen weg, jedenfalls ist es dann sehr schwierig, sich ein Bild vom Wachstum des Schildchens zu machen.

Bedeutend einfacher ist dann die ältere, von Jourdan aufgestellte Annahme, welcher die Plättchen von der „Cuticula" gebildet werden läßt. Hier ist jedoch der Name Cuticula zurückzuweisen. Dieser muß unbedingt für tote Sekrete reserviert bleiben; die sekretbildende Schicht heißt Epidermis oder noch besser Hypodermis. Diesen Namen führe ich statt des Jourdanschen Namens Cuticula ein. Die Ableitung der Plättchen durch Umwandlung der Hypodermis ist nicht nur einfacher, sie findet auch einen wichtigen Stützpunkt bei genauerer Betrachtung der einzelnen Chitinplättchen [Fig. 9 (pl) und besonders Fig. 10 der Tafel].

Diese Plättchen zeigen schon bei schwacher mikroskopischer Vergrößerung eine deutliche konzentrische Schichtung, die man am besten mit der von Stärkekörnern vergleichen kann. Wendet man jedoch sehr starke Vergrößerungen an (900fache), so sieht man außer den konzentrischen Ringen bei bestimmter Einstellung des Mikroskops eine große Anzahl dicht aneinanderstoßender wellenartig verlaufender Schichtreihen, die das ganze Plättchen ausfüllen (Fig. 10 der Tafel). Diese äußerst feinen, ganz gleichmäßig aufeinanderfolgenden Wellenlinien von Schichten sind durch die Hérubelsche Sekretionstheorie nicht zu erklären. Eine solche Schichtung, wie sie hier vorliegt, ist nur durch eine ganz gleichmäßige Anlagerung einer Schicht an die andere zu verstehen, die beim Überfließen von Drüsensekret sicher nicht eintreten wird.

Hier bietet die Jourdansche Anschauung ohne Zweifel die einleuchtendere Erklärung, nur muß man sie insofern modifizieren, als man die Chitinplättchen nicht aus der Cuticula entstehen läßt, sondern aus schichtweiser Ablagerung der Hypodermis, die ihrerseits wieder von der Epidermis gebildet ist. Bei genauer Betrachtung der zwischen zwei Chitinplättchen sich befindlichen Hypodermis kann man bei besonders dünnen Schnitten zuweilen sehen, wie die Wellenlinien der Schichten auch in der Hypodermis verlaufen (vgl. Fig. 10 der Tafel bei H).

Beim Zusammentreten aller einzelnen kleinen Plättchen entsteht auf diese Weise ein so fest zusammengefügtes und regelmäßig gebautes Gebilde, wie es uns in einem *Aspidosiphon*-Schildchen vorliegt. Zwischen Drüsen und Chitinplättchen besteht jedoch insofern ein Zusammenhang, als letztere ohne Zweifel zum Schutze der Drüsen dienen.

Zum Schluß möchte ich noch einmal die Haupttatsachen kurz zusammenfassen:

1. Ein Schildchen ist eine Ansammlung fest aneinanderstoßender Chitinplättchen.

2. Ein einzelnes Plättchen zeigt im Querschnittsbild deutliche konzentrische Schichtung.

3. Die Chitinplättchen entstehen durch Ablagerung konzentrischer Schichten. Diese Schichten werden von der Hypodermis abgesondert, die ihrerseits eine Absonderung der Epidermis ist.

Fragt man nach Bedeutung und Zweck des Schildchens, so kann wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß es sich um ein Schutzorgan handelt. Da die meisten dieser Tiere Schneckenschalen bewohnen, dient das Vorderschildchen bei eingezogenem Rüssel — der Rüssel läßt sich bis zum Schildchen zurückziehen — direkt als Verschluß der Schalenöffnung; denselben Sinn als Schutzorgan hat das Hinterschildchen bei Arten, die wie z. B. *Aspidosiphon mirabilis* Théel in den am Hinterende offenen Dentaliumröhren wohnen. Bei Arten, die in am Hinterende geschlossenen Schalen Wohnung fanden, würde die Funktion des Hinterschildchens als Schutzorgan hinfällig werden. Bei von mir untersuchten Exemplaren der Art *Aspidosiphon venabulum* Sel., die in am Hinterende geschlossenen Turitellaschalen sich fanden, habe ich feststellen können, daß das Hinterschildchen sehr schwach entwickelt war; es bestand nur aus einigen, ganz zerstreut liegenden Plättchen, von einer kompakten Masse, wie sie das Vorderschildchen derselben Exemplare zeigte, konnte keine Rede sein. Wieweit die Reduktion des Schildchens geht und ob sie überhaupt immer eintritt, kann erst durch Untersuchungen an einer größeren Anzahl Schalen bewohnender Arten einwandfrei festgestellt werden.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY WOODS HOLE

Literaturverzeichnis.

1. 1847. Quatrefages, Mimoires sur l'Échiure de Gaertner. Annales des Sciences naturelles. Zoologie Tome VII. Paris.
2. 1851. M. Sars, Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. VI. Christiania.
3. 1854. O. Schmidt, Zeitschrift für die ges. Naturwissenschaft. Halle 1854. III.
4. 1859. Diesing, Revision der Rhyngodeen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mathem. naturwissensch. Klasse. Wien. Bd. XXXVII.
5. 1861. Ehlers, Über die Gattung Priapulus. } Über Halicryptus spinulosus. } Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XI. 1861.
6. 1862. Keferstein, Beiträge zur Kenntnis der Gattung Phascolosoma. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XII. 1862.
7. 1865. Quatrefages, Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. T. II. Paris.
8. 1865. Keferstein, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntnis der Sipunculiden. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XV. 186
9. 1866. Keferstein, Untersuchung über einige amerikanische Sipunculiden. Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften und der Universität zu Göttingen.
10. 1867. Keferstein, Untersuchungen über einige amerikanische Sipunculiden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVII. 1867.
11. 1868. Baird, Monograph of the species of worms belonging to the subclass Gephyrea. Proceedings of the zoological Society of London.
12. 1874. Verill, Explorations of Casco Bay by the N. S. Fish. Commission in 1873. Proc. Americ. Assoc. f. the advancement of Science. Salem 1874.
13. 1875. Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1872 und 1873. Berlin 1875. V. Vermes.
14. 1875. H. Théel, Recherches sur le Phascolion strombi (Mont). Mémoire prés. á l'Acad. royale Suedoise des Sciences le 13. Janvier 1875. Stockholm 1875.
15. 1875. H. Théel, Études sur les Gephyriens inermes des mers de la Skandinavie, du Spitzberg et du Grönland. Bihang till. K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Bd. 3. Stockholm 1877.
16. J. Koren u. Danielssen, Contribution to the Natural History of the Norvegian Gephyreae. Fauna littoralis Norwegiae. III. Heft. 1877.
17. 1881. Danielssen u. Koren, Den Norske Nordhavs Expedition 1876—78. III. Zoologie, Gephyrea.
18. 1883. Selenka (Bülow und De Man), Die Sipunculiden. Eine systematische Monographie. Sempers Reisen im Archipel der Philippinen. II. Teil. Wissenschaftl. Resultate. Bd. IV. Wiesbaden 1883.
19. 1883. Levinsen, Systematik geografisk Oversigt over de Nordiske Anulata, Gephyrei, Chaetagnathi Balanoglossi. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening. Kopenhagen 1883.
20. 1885. E. Selenka, Report on the Gephyrea collected by H. M. S. „Challenger" during the years 1873—75. Zoologie. Bd. 13. London 1885.
21. 1889. W. Michaelsen, Die Gephyreen von Süd-Georgien nach der Ausbeute der deutschen Station von 1882—1883. Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten. Jahrgang 6—7. 1889.
22. 1891. E. Jourdan, Les corpuscules sensitifs et les glandes cutanées des Géphyriens inermes. Annales des Sciences naturelles. XII. 1891.

23. 1891. A. E. Shipley, On a new species of Phymosoma, with a Synopsis of the Genus and some accounts on its Geographical Distribution. Quarterly Journal of Microscopical Science. Bd. 32.
24. 1892. A. E. Shipley, On Onchnesoma Steenstrupii. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1892.
25. 1895. W. Fischer, Die Gephyreen des naturhistorischen Museums zu Hamburg. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Herausgegeben vom Naturwissenschaftl. Verein in Hamburg. Bd. XIII.
26. 1897. Pruvot, Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale comparés à ceux du golfe de Lyon. Archiv Zool. expérim. et gén. V. 1897.
27. 1896. W. Fischer, Ergebnisse der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise. I. Nr. 4. 1896.
28. Roule, Résultats scientifiques de la campagne du „Caudan" dans le Golfe du Gascogne. Paris et Lyon. 1896.
29. 1897. Selenka, Über die Gattung Phymosoma. Zool. Anzeiger. XX. 1897.
30. 1902. Sluiter, Die Sipunculiden und Echiuriden der „Siboga"-Expedition. Leiden 1902.
31. 1902. Skorikow, Über die geographische Verbreitung einiger Priapuliden. Zool. Anzeiger. XXV. 1902.
32. 1905. Théel, Northern and Arctic Invertebrates in the collection of the Swedish State Museum. Sipunculids. Svenska. Akad. Handl. XXXIX. Stockholm.
33. 1907. Hérubel, Recherches sur les Sipunculides. Mémoires de la société zoologique de France. Tome XX. Paris 1907.
34. 1906. Théel, Northern and Arctic Invertebrates in the collection of the Swedish State Museum. Priapulides and Echiurides. Svenska. Akad. Handl. Stockholm 1906.
35. 1909. G. Paul, Über Petalostoma minutum. Zoologische Jahrbücher. Bd. 29. Jena 1909.
36. 1911. H. Théel, Priapulides and Sipunculides dredged by the Swedish Antarctic Expedition (1901—1903).
37. 1912. Sluiter, Gephyriens, Sipunculides and Echiurides provenant des Campagnes de la Princesse Alice 1898—1910. In: Résultats des Campagnes Scientifiques, accomplies sur son Yacht par Albert I. Prince souverain de Monaco. Fascicule XXXVI. 1912.
38. 1913. R. Southern, Gephyrea of the coasts of Ireland. in Scientific. Investigations. Nr. III.

Tafelerklärung.

Figur 1. Hautpräparat mit Hautdrüsen vom Hinterende des Körpers von *Phascolosoma abyssorum* Koren u. Danielssen.
- a. Drüsen.

Figur 2. Haken vom Rüssel von *Phascolosoma abyssorum* Koren u. Danielssen.
- a. von unten gesehen.
- b. von oben.
- c. von der Seite.

Figur 3. *Physcosoma Agassizii* Kef. geöffnet.
- vR. ventraler Retraktor.
- dR. dorsaler Retraktor.
- D. Darmspirale.
- Sp. Spindelmuskel.
- Bf. Befestiger.
- Sg. Segmentalorgan.
- S. Schlinge des Darms.
- A. After.
- n. Nervenstrang.

Figur 4. Hautpapillen von *Physcosoma Agassizii* Kef.

Figur 5. Haken vom Rüssel von *Physcosoma Agassizii* Kef.

Figur 6. *Aspidosiphon mirabilis* Théel. (10 ×.)
- G. Gefäßartiges Organ.

Figur 7. Vorderschildchen von *Aspidosiphon mirabilis* Théel.
- a. Aufsatz.
- r. Furche.
- e. Erhebung.

Figur 8. Drüsenpapillen von *Aspidosiphon venabulum* Selenka.
- a. Drüsenausführgänge.

Figur 9. Querschnitt durch das Vorderschildchen von *Aspidosiphon venabulum.* (380 × vergr.)
- pl. konzentrisch geschichtete Chitinplättchen.
- dr. Hautdrüse.
- e. Epidermis.
- h. Hypodermis.

Figur 10. Zwei einzelne Chitinplatten derselben Art stark vergrößert. (900 ×.)
- Pl. Plättchen.
- H. Hypodermis, in welcher die Plättchen liegen.

Fischer del.

Über Onuphiden der Nordsee.

Von

Friedrich Eulenstein.

Mit 2 Tafeln und 8 Figuren im Text.

Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag sein zur systematischen, anatomischen und faunistischen Kenntnis der in der Nordsee lebenden Onuphiden. Den Untersuchungen, die vom Wintersemester 1911/12 bis Wintersemester 1912/13 im hiesigen Kgl. Zoologischen Institut sowie im Kieler Laboratorium für internationale Meeresforschung ausgeführt wurden, lag das Material zugrunde, das auf den Fahrten des deutschen Forschungsdampfers „Poseidon" in den Jahren 1902 bis 1912 gesammelt und mir durch die Freundlichkeit des Herrn Geh. Regierungsrats Prof. Dr. K. Brandt zur Verfügung gestellt worden war.

Die Reihenfolge der Abschnitte dieser Arbeit ist so gewählt, daß ich nach der Charakterisierung der Stellung der Onuphiden im System eine eingehende Beschreibung der bisher im angegebenen Gebiet bekanntgewordenen Arten und daran anschließend eine kritische Würdigung der in der Literatur auftretenden Synonyma gegeben habe. In den darauf folgenden anatomischen Bemerkungen sind die Ergebnisse einer genaueren Untersuchung des Baues der kalkigen Unterkiefer und der Mechanik ihrer Bewegung gegeben; daran anschließend eine Beschreibung des Nackenorganes und eine Zusammenstellung der bis jetzt aufgestellten Theorien über seine physiologische Bedeutung, sowie einige Bemerkungen über die Bildungsstelle der Geschlechtsprodukte und deren weitere Entwicklung. Die meisten Fänge waren in 75%igem Alkohol, ganz wenige in Formol oder Zenkerscher Flüssigkeit konserviert. Lebendes Material stand mir leider nicht zur Verfügung.

Zur Untersuchung der äußeren Körperanhänge, der Parapodien usw. wurden die betreffenden Teile mit dem Skalpell oder der seitlich gebogenen Schere abpräpariert und, in Glyzerin eingebettet, untersucht. Mit dem Abbeschen Zeichenapparat entworfene Skizzen der Parapodien erleichterten wesentlich die Untersuchung und das Zählen der Borsten. Das Herauspräparieren der Borsten geschah entweder mit Präpariernadeln, wobei sie aber leicht verletzt werden, oder durch Zerstören des Substrates mit 15%iger Kalilauge, die dann durch Essigsäure neutralisiert wurde. Die mit gewöhnlichem Wasser und dann mit absolutem Alkohol gereinigten Präparate wurden in Glyzerin eingebettet. Da das Material teilweise schon recht lange in 75%igem Alkohol lag, war es nicht möglich, einigermaßen brauchbare makroskopische Präparate der ganzen Tiere anzufertigen.

Die Arbeit wurde unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geh. Regierungsrats Prof. Dr. K. Brandt, ausgeführt, dem ich hierfür sowie für die Anregung zu dieser Arbeit meinen besten Dank ausspreche. Ebenso sei es mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. Reibisch für seine mannigfachen Bemühungen und Unterstützungen, die er mir bei der Einführung in das behandelte Gebiet sowie bei Ausführung und Vollendung der Arbeit zuteil werden ließ, sowie den Assistenten des Instituts, Herrn Privatdozenten Dr. G. Kautzsch und Herrn Dr. W. Nolte für ihr jederzeit freundliches Entgegenkommen herzlich zu danken.

Unterfamilie Onuphidae, Audouin und Milne Edwards.

Körper langgestreckt, aus vielen Segmenten bestehend, jedes mit ein Paar einästigen Parapodien mit dorsalem und ventralem Zirrus, zwei Ruderlippen am Vorderende. Meist nur einfache Borsten. Kopf mit sieben Tentakeln, zwei präoralen Palpen. Mundsegment mit oder ohne zwei Tentakelzirren und postoralem Mundpolster (Unterlippe), Analsegment mit zwei oder vier Analzirren, freilebend in selbstgebauten Röhren.

Bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden die meisten damals bekannten polychäten Anneliden unter dem Gattungsnamen *Nereis* zusammengefaßt. Mit der Zeit machte sich jedoch das Bedürfnis geltend, die immer größer werdende Zahl der *Nereiden* in gesonderte Gruppen zu ordnen. Mit mehr oder weniger bleibendem Erfolge unternahm eine Anzahl bedeutender Forscher wie Cuvier 1802 und 1817 im Règne Animal, Duméril 1806, Lamarck 1812, Savigny 1817 u. a. eine Klassifikation der Würmer.

Im Jahre 1834 erschien dann von Audouin und Milne Edwards (2. u. 3.) eine auf den früheren Arbeiten und eigenen Untersuchungen fußende Einteilung der Anneliden, die in den Hauptzügen auch heute noch Gültigkeit hat. Hierbei wurden alle erranten polychäten Anneliden mit einem aus mehr als zwei Teilstücken bestehenden Kieferapparat als *„Eunicea“* zusammengefaßt.

Die nachfolgende Zeit brachte außer der angeführten Arbeit eine große Anzahl von Versuchen, die Unterordnung der *Eunicea* in Familien einzuteilen. Siehe besonders Grube (44) S. 44 und (45), Kinberg (65) S. 559 und 561, Johnston (58), Quatrefages (85a) S. 298 bis 307, Ehlers (16) S. 280 bis 281 und (28) S. 67, Claparède (10a), Gravier (41) und Mc Intosh (56 part. 2) S. 350 ff.

Von diesen will ich nur auf die Ansichten von Quatrefages, Ehlers (16) und Gravier eingehen, weil sie mir die wichtigsten und eingehendsten zu sein scheinen. Quatrefages (85a) unterscheidet nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Tentakeln bei *Eunicea* die Gruppen der *Euniciden* und *Lumbriconereiden*. Die *Euniciden* teilt er wieder in zwei Untergruppen, deren erste mit den Familien *Eunicea s. str.* und *Marphysa* 5, deren andere mit den Familien *Diopatra* und *Onuphis* 7 Tentakeln hat. Die so gewonnenen Familien werden ihrerseits untergeteilt nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Tentakelzirren des Mundsegmentes.

Ehlers (16) nimmt die Einteilung vor nach dem Bau der Kiefer und unterscheidet *Eunicea labidognatha* mit verschiedenartig gebauten und *Eunicea priognatha* mit gleichartigen Kieferteilen. Die *E. labidognatha* zerfallen wieder in zwei Gruppen mit oder ohne Tentakeln, die den bei Quatrefages angegebenen entsprechen, nämlich *E. l. tentaculata* (= *Euniciden* bei Quatrefages) und *E. l. nuda* (*Lumbriconereiden* bei Quatrefages). Die Untergruppe der *E. l. tentaculata* wird weiter eingeteilt wie folgt:

5 lange hintere	Tentakeln	mit Tentakelzirren	*Diopatra.*
2 kurze vordere		ohne „	*Onuphis.*

5 Tentakeln { mit Kiemen { mit Tentakelzirren . . . . . *Eunice.*
ohne „ . . . . . *Marphysa.*
ohne „ . . . . . *Nicidion.*
3 Tentakeln ohne Kiemen . . . . . *Lysidice.*
1 Tentakel ohne Kiemen { mit Tentakelzirren . . . . . *Nematonereis.*
ohne „ . . . . . *Blainvillea.*

Bei den *E. l. nuda* unterscheidet er:

mit Kiemen . . . . . *Ninoe*
ohne „ . . . . . *Lumbriconereis.*

Gravier (41) gibt drei Unterordnungen von *Eunicea* an, von denen zwei als gemeinsames Merkmal einen dorsalen und ventralen Zirrus an den Parapodien haben, während bei der dritten der Ventralzirrus fehlt. Die beiden ersten Gruppen werden dann nach dem Vorbilde von Ehlers unter Berücksichtigung der Kiefer unterschieden:

1 Dorsal- 1 Ventral-Zirrus { Oberkiefer aus wenigen Stücken . . . . . *Eunicidae.*
Oberkiefer aus kleinen zahlreichen Stücken . . . . *Staurocephalidae.*
Kein Ventralzirrus, Dorsalzirrus rudimentär oder blattartig . . . . . *Lumbriconereis.*

Die *Eunicidae,* auf die es hier ankommt, werden von Gravier weiter untergeteilt:

mit Kiemen { Zu einem mehr oder weniger geteilten Faden reduziert . . *S.-g. Eriphyle.*
baum- oder federartig . . . . . *S.-g. Leodice.*
zirrenförmig { 7 Tentakeln, keine Tentakelzirren . . . . . *Hyalinoecia.*
weniger als 7 Tentakeln mit Tentakelzirren . . *Eunice.*
keine Tentakelzirren, 5 Tentakeln . . . . . *Marphysa.*
„ „ 3 „ . . . . . *Amphiro.*

ohne Kiemen { mit Tentakelzirren: 5 Tentakeln . . . . . *Nicidon.*
ohne „ { 3 „ . . . . . *Lysidice.*
1 „ . . . . . *Nematonereis.*

Zur Anordnung von Ehlers ist zu bemerken, daß er die von Malmgren als neue Gattung aufgestellte *Hyalinoecia* nicht anerkennt; deshalb hat er die heute als *Onuphis* beschriebenen Arten zu den *Diopatren,* die als *Hyalinoecia* beschriebenen Arten zu *Onuphis* gerechnet. Am Ende des systematischen Teiles werde ich auf diese Verhältnisse in der Namengebung nochmals eingehender zurückkommen.

An der Gravierschen Tabelle ist auffallend, daß die Gattungen *Onuphis* und *Diopatra* vollständig fehlen und nur der Gegensatz *Hyalinoecia* und *Eunice* besteht. Ich halte es daher für richtig, diese Tabelle im ersten Teile folgendermaßen zu fassen:

mit Kiemen { einfach bis kammförmig . . . . . *Onuphidae.*
spiralig oder federartig . . . . . *Diopatra.*
weniger als 7 Tentakeln mit Tentakelzirren . . . . . *Eunicea.*

Aus der Gesamtheit der *Eunicea labidognatha tentaculata* im Sinne Ehlers sollen auf den folgenden Seiten nur die in der Nordsee bis im Norden zur Linie Shetlands-Stavanger vom „Poseidon“ in den Jahren 1902—1912 gefangenen *Onuphiden* behandelt werden.

Als Hauptcharakteristika der Familie sind folgende hervorzuheben:

Halbkreisförmiger, wenig einziehbarer Kopflappen, mit 2 ovalen Palpen vor dem Munde (präorale Palpen), 2 Stummelfühlern am Vorderrande und 5 auf geringelten Trägern stehenden fadenförmigen Tentakeln an der Seite und am Hinterende des Kopflappens, 2 Augen vorhanden oder fehlend, hoch entwickelte Kauwerkzeuge. Erstes (Mund-) Segment parapodienlos, mit oder ohne Tentakelzirren, Parapodien einfach mit Dorsal- und Ventralzirrus, meist mit Ruderlippen, Kiemen stets vorhanden, einfach oder bis vierfach geteilt, im ausgewachsenen Zustand stets einfache Borsten. Alle Röhren bauend.

Das nach diesen Merkmalen als *Onuphidae* erkannte Material läßt sich unter Berücksichtigung der Tentakelzirren nach folgender Tabelle in zwei Gattungen mit zusammen drei Arten zerlegen:

Tentakelzirren vorhanden . . . . . *Onuphis.*
Unpaarer Tentakel am größten, einfache Kiemen, 2 Analzirren . . . *conchylega.*
Unpaarer Tentakel nicht am größten, bis vierfach geteilte Kiemen, 1 Analzirren . . . . . *quadricuspis.*
Tentakelzirren fehlen . . . . . *Hyalinoecia.*
Röhre durchsichtig, unpaarer Tentakel am größten. In der Jugend teilweise zusammengesetzte Borsten am Vorder- und Hinterende . . *tubicola.*

Der Körper der *Onuphiden* setzt sich aus zahlreichen Segmenten zusammen, von denen alle bis auf Kopf-, Mund- und Analsegment je ein Paar einästige Parapodien tragen. Die vier bis sechs ersten Segmente sind auf dem Rücken stärker gewölbt als die übrigen, da die Muskulatur des Kiefersackes neben dem darüber hinziehenden Vorderdarm viel Raum beansprucht. Die letzten und jüngsten Segmente sind dorso-ventral abgeplattet und nach dem Analsegment konisch verjüngt. Dieses trägt 2—4 dünne Analzirren. Der Kopflappen stellt eine halbkreisförmige Scheibe dar, an der sich auf der Oberseite 7, auf der Unterseite präoral 2 Anhänge finden. In der Bezeichnung dieser Anhänge bin ich wie bei der sehr vieler anderer Körperteile der Nomenklatur von Ehlers gefolgt.

Die Dorsalanhänge gliedern sich in zwei kleine, ovale, kaum gestielte, drüsige Stummelfühler, von Johnston (35) S. 136 als „short conoid Antennae" oder auch als „palpi" bezeichnet, und fünf verschieden lange Tentakeln auf dem seitlichen und hinteren Rande des Kopfes. Der unpaare Tentakel liegt am weitesten nach hinten und in der Mitte. Sie stehen auf geringelten Tentakelträgern, deren Cuticula wesentlich dicker ist als die der Tentakeln selbst. Die ventralen, dicken, meist eiförmigen Anhänge sind stark drüsige Palpen. Auf der Mitte des Kopfes bemerkt man sehr oft einen deutlichen Pigmentfleck. Das Mundsegment ist parapodienlos und trägt bei der Gattung *Onuphis* 2 Tentakelzirren, die bei *Hyalinoecia* fehlen. Auf der ventralen Seite liegt hinter der Mundöffnung ein drüsiges, für gewöhnlich herzförmiges Polster (Unterlippe, Ehlers [16] S. 288). Daß wir es hier nicht mit „einem wallartig hervortretenden Teile" (Ehlers), sondern mit „einer aufgesetzten Bildung" zu tun haben, konnte ich durch Untersuchungen an Schnitten feststellen. Der vordere Teil der Unterlippe, die Mc Intosh (56), dessen eingehende Beschreibungen ich meinen systematischen Untersuchungen vor allem zugrunde legte, nirgends

erwähnt, ist frei und nur das hintere Ende angewachsen. Ferner besteht dieses Organ bei *Onuphis quadricuspis* aus zwei völlig getrennten Teilen, auf deren näheren Bau ich weiter unten noch eingehend zu sprechen komme. Die herzförmige Unterlippe der beiden anderen Arten ist also wohl aus einer Verwachsung der beiden Teilstücke entstanden. Genauen Aufschluß darüber kann natürlich nur eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung geben. Die Unterlippe darf deshalb wohl als ein den präoralen Palpen homologes Organ angesehen werden.

Die Parapodien der Borstensegmente sind anfangs konisch, weiter nach hinten knopfförmig. Die drei bis vier vordersten sind am größten und nach vorwärts und auswärts gerichtet. Von den Anhängen der vorderen Parapodien bleibt der Rückenzirrus bis zum letzten Segment als ein fadenförmiges Gebilde von allmählich abnehmender Größe erhalten, während der Ventralzirrus und die beiden Ruderlippen knopfförmig werden und verschwinden. Die Kieme, die an den vorderen Segmenten fehlt, ist mit Vergrößerung leicht an der gewellten Oberfläche und den beiden durchscheinenden, im Leben roten Blutgefäßen zu erkennen. An den mittleren und hinteren Segmenten übertrifft die Kieme bei weitem den Dorsalzirrus an Größe. Nicht selten findet man bei den Arten, die für gewöhnlich einfache Kiemen haben, an dem einen oder anderen Segment mehrfach geteilte Atemorgane, was besonders häufig bei *Hyalinoecia tubicola* zu bemerken ist. Die gleiche Beobachtung machte Marenzeller (73) S. 129 an *Diopatra (Onuphis) conchylega,* die bei Spitzbergen gefangen war.

Die Borsten ragen in zwei Bündeln zwischen den Ruderlippen, soweit solche vorhanden sind, hervor. Außer bei jungen Exemplaren von *Hyalinoecia tubicola* findet man nur einfache Borsten und zwar Haken-, Spieß-, Meißel- und Haarborsten, zuweilen Borsten mit geteilter Spitze *(On. quadricuspis).* Die Hakenborsten sind an ihrem Vorderende mit einer feinen, durchsichtigen Hülle umgeben, für die ich den Namen „Flügel" gebrauche. Diese Flügel brechen beim Gebrauch leicht ab, und es kann so ein „secondary ridge" entstehen, worauf auch McIntosh (56) hinweist.

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, zu bemerken, daß ich an geschnittenen oder durch Druck bzw. Mazeration aufgesprungenen Borsten erkennen konnte, daß im Innern ein Bündel starker, durch eine Bindemasse zusammengehaltener Fasern verläuft, das von einer hyalinen Hülle umgeben ist. Bilder, wie sie Schepotieff (90) auf Tafel 34 Fig. 5 ff. für Borsten von *Nereis pelagica* wiedergibt, konnte ich bei genauester Untersuchung nicht finden. Ich schließe mich vielmehr den Ausführungen N. Holmgerns (52) S. 207 an, der fand, daß die Borsten aus einem im Innern verlaufenden, von einer Basalzelle abgeschiedenen Faserbündel bestehen, das durch ein Sekret zusammengehalten wird. Außen ist dieses Bündel von einer hyalinen Schicht umgeben, die von den Zellen der Borstenscheide abgeschieden wird.

Der Kieferapparat, der hier wie bei allen *Euniciden* hoch entwickelt ist, liegt unterhalb des Vorderdarms in einer muskulösen Tasche, die sich durch mehrere Segmente erstreckt. Er besteht aus zwei getrennten Abschnitten, dem Ober- und Unterkiefer. Der chitinige Oberkiefer setzt sich aus drei paarigen und einem unpaaren Stück zusammen. Es sind dies von hinten nach vorne ein Paar große Greifhaken (Zangen, Ehlers), mit Basalstücken zum Ansatz der Muskeln, ein Paar gezähnte Kauplatten (Zahn, Ehlers) und davor ein Paar kleine Sägeplatten (Ehlers). Unter dem linken „Zahn" liegt eine ähnlich gestaltete unpaare Kauplatte. Die Zahl

der Zähne schwankt je nach dem Alter und der Größe der Tiere ein und derselben Art oft recht beträchtlich. Ich habe sie im folgenden nach der von Grube angewandten Methode bezeichnet, z. B.:

$$\frac{6}{8}\ 6\ \frac{5}{7}$$

Dies bedeutet: Der linke „Zahn" hat 6 Zähnchen, der rechte 8, der linke unpaare 6, die linke Sägeplatte 5, die rechte 7, wobei man sich das Tier von oben gesehen denkt.

Der kalkige Unterkiefer besteht aus zwei Teilen, die an einer kleinen Stelle verwachsen sind. Das Vorderende ist zu einer Kaulade verbreitert und aus reinem Kalk gebildet. Der übrige Teil, der Schaft, ist stabförmig und erstreckt sich weit in die Muskulatur hinein. Auf seinen genaueren Bau komme ich noch in einem besonderen Abschnitt zu sprechen.

Die Röhren der *Onuphiden* werden wahrscheinlich von einer großen Anzahl Drüsen abgeschieden, die sich besonders in den Parapodien finden (Knäueldrüsen, Ehlers) und deren Ausführgänge in den Dorsal- bzw. Ventralzirrus münden. Untersuchungen hierüber sind von Johnston (58) angestellt worden, dem es gelang, lange Fäden einer klebrigen Substanz aus den Zirren der Parapodien lebender Tiere zu ziehen. Eine Bemerkung findet sich über ähnliche Beobachtungen in den Protokollen der Poseidonfahrten, die lautet: „Gefangen wurden .... *Onuphis conchylega*. (Wenn das Tier aus der Röhre gejagt wird, sondert es einen zähen Schleim ab, an dem alles festklebt.)"

Auch sonst finden sich über den ganzen Körper kleine Hautdrüsen zerstreut, deren Anordnung bei jeder Art verschieden ist, und die durch Färben mit Methylgrün gut nachgewiesen werden können.

Gattung Onuphis, Audouin und Milne Edwards.

Onuphis conchylega, M. Sars 1834.

Onuphis conchylega, M. Sars, 1834 (87) S. 61—63.
Diopatra Eschrichti, Grube, 1835 (44) S. 43 u. 123.
Onuphis Eschrichtii, Oersted, 1843 (83) S. 20.
Onuphis conchilega, Stimpson, 1863 (95) S. 140.
Northia conchylega, Johnston, 1865 (58) S. 138—341.
Onuphis hyperborea, Hansen, 1879 (48) S. 5.
Diopatra conchylega, Marenzeller, 1889 (73) S. 129.*)

Kopf mit 5 langen auf geringelten Tentakelträgern stehenden Tentakeln, unpaarer am längsten, 2 Stummelfühler, 2 präorale Palpen. Mundsegment mit 2 Tentakelzirren, ventrale Unterlippe ein herzförmiges Polster bildend. Vordere Parapodien mit fadenförmigem Dorsal- und Ventralzirrus, 2 Ruderlippen. Hintere

*) Eine genaue Zusammenstellung aller Werke, in denen unter systematischen Gesichtspunkten die einzelnen in dieser Arbeit besprochenen Arten erwähnt sind, findet sich bei Mc. Intosh (56 part. 2) auf Seite 410—411, 414 und 420—421.

Parapodien mit Dorsalzirrus, Ventralzirrus knopfförmig oder verschwunden. Kiemen ab 11. oder 12. Parapodium, einfach bis ans Ende. Borsten stets einfach. Analsegment mit 2 Zirren. Querdrüsenbänder auf der Dorsalseite der Borstensegmente aus 4—5 eng nebeneinander verlaufenden Reihen bestehend, fast ohne Verbreiterung an der Basis der Parapodien. Röhre mit Sand, Steinchen oder Muschelschalen besetzt.

Die Größe der mir vorliegenden Exemplare von *Onuphis conchylega* ist je nach dem Alter sehr verschieden. Leider fehlte bei den meisten Exemplaren das Hinterende, so daß nur wenige vollständige Maße zu geben sind. Vollständig erhaltene geschlechtsreife Tiere waren 45 mm lang mit 74 Parapodien tragenden sogenannten Borstensegmenten, bei einer größten Breite von 4 bis 4,5 mm mit Parapodien im zweiten Drittel des Körpers. Ein anderes hatte die Ausmaße 50 mm Länge bei 63 Borstensegmenten, 4,5 mm größte Breite in der Mitte, 2 mm am Kopf, 1 mm am Analsegment. Einige Exemplare, bei denen die hinteren Segmente fehlten, hatten eine größte Breite von 6 mm mit Parapodien. Im allgemeinen verjüngt sich die Breite am Kopf auf 2 mm, am Analsegment auf 0,8 bis 1 mm.

Der Kopf hat die typische Onuphidenform mit 2 Stummelfühlern und 5 von vorn nach hinten größer werdenden langen Tentakeln, deren Tentakelträger 4 Ringe aufweisen. Da die Tentakeln als Tastorgane dienen, ist ihre Cuticula wesentlich dünner als die der Träger. Der mittlere Tentakel reicht zurückgeschlagen im Durchschnitt bis zum Vorderrande des 6. Borstensegmentes. Am Grunde der mittleren paarigen Tentakeln befinden sich nach rückwärts außen 2 Sehorgane. Mit unbewaffnetem Auge sind sie als kleine schwarze Punkte wahrzunehmen, die sich bei mikroskopischer Untersuchung nach dem Typus der Becheraugen gebaut erweisen, wie sie für *Eunice torquata* von Hesse (41) S. 447—459 eingehend behandelt sind.

Auf der Mitte des Kopfes findet sich unter der Cuticula ein ziemlich umfangreicher Pigmentfleck, der den vorderen Lappen des Oberschlundganglions bedeckt und ziemlich tief in die Masse der Ganglienzellen hinabreicht. Auf der Ventralseite des Kopfsegmentes finden wir noch die beiden großen, drüsigen präoralen Palpen, die auf kurzen, dicken Stielen sitzen.

Das erste oder Mundsegment ist dorsal durch zwei nahe dem Vorderrande stehende Tentakelzirren ausgezeichnet, der Vorderrand selbst ist etwas über den hintersten Teil des Kopfes vorgewölbt und verdeckt das mit Cilien versehene Nackenorgan. Ventral liegt zwischen Kopf- und Mundsegment die Mundöffnung, aus der die Unterkiefer etwas hervorragen. Hinter ihr befindet sich ein herzförmiges Polster, die Unterlippe. Am zweiten Segment oder besser am ersten Borstensegment beginnen die Parapodien als einfache, Borsten und mehrere Anhänge tragende, kegelförmige Hervorragungen auf beiden Seiten. Ungefähr in der Mitte des Parapodiums entspringt an der Dorsal- und Ventralseite ein fadenförmiger Zirrus. Am konisch verjüngten Ende wird die Austrittsstelle der Borsten dorsal und ventral von einem kleinen Zirrus, den „Ruderlippen“ (Ehlers), flankiert. Aus dem Parapodium ragen 3 starke an der Spitze gekrümmte Borsten nur wenig hervor, deren Haken von 2 feinen Flügeln umgeben sind. Meist sind diese aber durch den Gebrauch abgebrochen und lassen an der Abbruchstelle einen kleinen

Fortsatz zurück. Im Innern des Parapodiums findet man noch 7—9 einfache, spitz zulaufende Borsten, die vorne schwach sichelförmig nach einem Punkte zusammenneigen, aber nie aus dem Gewebe hervortreten.

Die Parapodien des zweiten Borstensegmentes sind etwas kleiner als die des vorhergehenden, der Dorsalzirrus ist länger und dünner, der ventrale etwas kürzer. Die ventrale Ruderlippe ist noch gut ausgebildet, während die dorsale schon fast verschwunden ist. An Borsten treten ein Büschel feiner heller Meißelborsten neu hinzu.

An dem dritten Ruderpaar ist der Dorsalzirrus noch etwas länger. Der Ventralzirrus wird ein knopfförmiges, starkdrüsiges Polster und rückt an die Basis des Parapodiums. Die ventrale Ruderlippe bleibt bis zum 14. bzw. 16. Ruder erhalten, wird aber immer kleiner und verschwindet später. Neben 2 großen Hakenborsten, den geraden und den Meißelborsten treten hellgelb gefärbte Spießborsten auf. Sie sind an dem Vorderende etwas gebogen und tragen eine helle, feingerippte, in eine Spitze auslaufende Verbreiterung.

Neben diesen Borsten erscheinen vom vierten Parapodienpaar an zwei ziemlich starke, gerade, schwach zugespitzte Aciculae, die im Gewebe bleiben, während die Hakenborsten der drei ersten Segmente verschwunden sind. Die folgenden Ruder sind einander ziemlich gleich bis zum 11. Am 11., oft erst am 12., findet man die erste Kieme als fadenförmigen Anhang proximal neben dem Dorsalzirrus. Die Kieme nimmt nach hinten schnell an Größe zu, während der Dorsalzirrus immer kleiner wird und zuletzt nur noch als kleiner Anhang der Kieme zu erkennen ist.

Am 13. oder 15. Parapodium treten erst eine, dann zwei starke Borsten zu den erwähnten hinzu, mit zwei rechtwinklig abstehenden Haken, die von Flügeln umgeben sind. In den hinteren bis zu den letzten Segmenten bleiben demnach diese 2 Hakenborsten, 2 Aciculae sowie Spieß- und Meißelborsten, deren Zahl meist wechselt und die in einem dorsalen und einem ventralen Bündel angeordnet sind. Das Analsegment hat zu beiden Seiten des etwas dorsal verschobenen Afters je einen langen Analzirrus.

Die Zahl der Zähne an den Oberkieferstücken ist schwankend, so daß ich deshalb nur die Weite der Schwankungen angebe:

$$\frac{7-11}{11—12} \quad 9—10 \quad \frac{8-9}{8—9}$$

Besonders unsicher ist demnach die Zahl der Zähne an den großen Kauplatten, während sie an den anderen Teilen etwas konstanter ist, doch gibt Mc Intosh bei den kleinen Sägeplatten bis zu 12 Zähne an. Die beiden Hälften des Unterkiefers, deren größter Teil, „der Schaft", ins Muskelgewebe des Kiefersackes eingebettet ist, ragen mit ihren vorderen, dreieckigen, weißen Kauladen aus dem Munde heraus und tragen an der einander zugekehrten Seite einen dunklen Chitinzahn.

Die Färbung eines ganzen Exemplares mit Methylgrün zeigt am Kopfe die präoralen Palpen ganz, die Stummelfühler und die vorderen paarigen Tentakeln, mit Ausschluß der Träger, auf der Vorderseite mit Drüsen bedeckt. Die Rückseite dieser Anhänge, sowie die drei übrigen Tentakeln sind nur in sehr geringem Maße drüsig, ebenso die Tentakelzirren nur in ihrem

untersten Teile. Die Unterlippe hebt sich nur schwach von den umgebenden nicht gefärbten Teilen ab, ist also weniger stark drüsig, als wir es besonders bei *Hyalinoecia tubicola* sehen werden. Charakteristisch ist die Verteilung der Drüsen auf der Dorsalseite der Borstensegmente. Während das erste wie das Mundsegment drüsenlos erscheint, zieht sich über den Vorderrand des zweiten Borstensegmentes ein schwaches Drüsenband. Schon am nächsten tritt es dagegen stark hervor und besteht, wie die Betrachtung mit der Lupe lehrt, aus 4—5 eng nebeneinander über die ganze Breite verlaufenden Drüsenreihen, die nach den Parapodien zu sich etwas verbreitern. Vom 15. Segment an rückt das Band mehr nach der Mitte, ohne daß die einzelnen Reihen auseinandergezogen werden, wie dies bei *Onuphis quadricuspis* geschieht. Allmählich nimmt die Zahl der einzelnen Drüsenreihen analwärts ab, ohne daß sie ganz verschwinden. Das Analsegment erscheint nur dorsal stark mit Drüsen besetzt, ventral sowie an den Analzirren fehlen sie. Die Ventralseite zeigt ähnliche Drüsenbänder wie die Dorsalseite, aber nicht in so markanter Weise. Der Dorsalzirrus der Parapodien färbt sich an den vorderen Segmenten nur in dem unteren Viertel. Erst vom 16. oder 20. Segment an überzieht er sich ganz mit Drüsen bis zum letzten Segment. Die Ruderlippen sind ebenfalls stark mit Drüsen besetzt und mit Hilfe der Färbung ist die dorsale, bald verschwindende Ruderlippe an den mittleren Parapodien noch nachzuweisen. Der Ventralzirrus ist an den vorderen fünf Segmenten in seiner ganzen Ausdehnung drüsig. Vom 6. bis 15. Segment, wo er schon mehr und mehr die knopfförmige Gestalt angenommen hat, zieht ein breites Drüsenband über seine Mitte hinweg, das an den hinteren Segmenten zu einer kleinen runden Drüsenzone zusammenschrumpft.

Die Röhre ist dorsoventral abgeplattet und besteht aus einer dünnen, chitinartigen, bei der Abscheidung klebrigen Hülle, die außen mit Muscheln oder kleinen Steinchen dicht besetzt ist. Zuweilen findet man die eine Seite der Röhre hufeisenförmig der Innenfläche der Schale von *Cyprina islandica* angeheftet.

Der Darm beginnt mit einer Öffnung in dem vorderen Teile der Oberseite des Kiefersackes, verläuft dorsal von ihm und durchzieht den ganzen Körper ohne Windungen bis zu seiner Ausmündung im Analsegment. In jedem Segment, mit Ausnahme der vordersten, bildet er rechts und links eine Aussackung zur Vergrößerung der verdauenden Oberfläche. Über die Veränderungen, die sich zuweilen an dieser regelmäßigen Gestaltung der Oberfläche des Darmrohres finden, verweise ich auf den anatomischen Teil. Die „Knäueldrüsen“ (Ehlers) konnte ich zwar in der Basis aller Parapodien nachweisen, aber nicht näher auf ihren histologischen Bau untersuchen.

Kleine Abweichungen von dem allgemeinen nach dem vorliegenden Alkoholmaterial beschriebenen Typus zeigte ein in Formol konservierter Fang (N 6. VI. 1911). An den Exemplaren dieses Fanges fand ich neben den Augen nach dem unpaaren Tentakel zu, sowie auf der Dorsalseite der Parapodien kleine braune Pigmentflecke, die von vorn nach hinten schwächer werden. Ferner zog über den Vorderrand des 2. bis 8. Borstensegments, von da an über die Mitte der Dorsalseite der einzelnen Ringe eine feine braune Linie, ungefähr an der gleichen Stelle, wo wir bei der Methylgrünfärbung die Drüsen finden. Wahrscheinlich ist bei lebendem oder in Formol konserviertem Material diese Pigmentfärbung häufig oder sogar stets zu finden.

Da sie aber ziemlich schwach ist, wird sie vom Alkohol ausgezogen und deshalb für gewöhnlich nicht beobachtet. Derartige Pigmentzeichnungen fand ich nur bei Mc Intosh erwähnt und zwar bei der Art *Onuphis britannica,* Mc Intosh, von der englischen Süd- und Westküste. Doch fehlten den vorliegenden Exemplaren von *Onuphis conchylega* mit Pigmentzeichnungen die übrigen Merkmale der englischen Art (besonders andere Ausbildung der Borsten des 1. Parapodienpaares), so daß ich meine Individuen nicht der letzteren zurechnen kann.

Fundorte: N 1, N 5, N 6, N 7, N 10, N 11, N 12, N 16, N 18; 1901: St. 29, 32, 33, 34, 47. 1905: St. 35, 40, 42. 1906: St. 21. 1912: Nr. 11.? St. 70.

Onuphis quadricuspis, G. O. Sars 1873.

Onuphis quadricuspis, G. O. Sars 1873 (88) S. 16 ff.
Diopatra quadricuspis, Möbius 1875 (77) S. 168.
Nothria (Northia) quadricuspis, Mc Intosh 1885 (53) S. 332.

Kopf mit fünf langen Tentakeln auf geringelten Tentakelträgern, unpaarer kürzer als die hinteren paarigen, zwei Stummelfühlern und zwei Mundpalpen. Augen fehlen. Mundsegment mit zwei Tentakelzirren. Unterlippe zweiteilig. Vordere Parapodien mit fadenförmigem Dorsal- und Ventralzirrus, nur ventrale Ruderlippe. Hintere Parapodien mit Dorsalzirrus. Ventralzirrus und Ruderlippe knopfförmig bis fehlend. Kieme am 6. bzw. 9. Parapodium einfach beginnend, wird bis vierteilig, dann wieder einfach. Borsten einfach, an den drei ersten Parapodien mit gespaltener Spitze. Analsegment mit vier Zirren. Die einzelnen Reihen der Drüsenbänder auf dem Rücken der Segmente auseinandergezogen. Verbreiterung nach den Parapodien ganz fehlend.

Ein vollständig erhaltenes Exemplar von *Onuphis quadricuspis* lag mir nicht vor, wohl aber getrennte Vorder- und Hinterenden. Das größte Tier, dem nur die letzten Segmente fehlten, war 48 mm lang und 1 mm breit, bei 135 Borstensegmenten. G. O. Sars (88) gibt in seiner Originalbeschreibung als Größen für ein vollständiges Exemplar 30 mm Länge und 1 mm Breite bei 120—130 Segmenten, für ein anderes teilweise in der Röhre steckendes 60 mm Länge und 1½ mm Breite bei schätzungsweise 160 Segmenten.

Von den fünf Tentakeln des Kopflappens sind die hinteren paarigen am größten, während der unpaare wesentlich kleiner und schwächer ist, ein besonderes Merkmal von *Onuphis quadricuspis.* Die Tentakelträger sind auffallend hoch, fast ¼ der Länge des ganzen Tentakels, und in der unteren Hälfte geringelt. Die ovalen Stummelfühler sitzen auf kurzen Stielen. Vor dem Munde stehen die dicken, drüsigen präoralen Palpen. Augen und Pigmentflecke auf dem Kopflappen fehlen vollkommen, auch auf Schnitten. Auf dem Vorderrande des Mundsegmentes stehen zu beiden Seiten der Mittellinie die beiden Tentakelzirren, die ungefähr die Länge des Kopflappens erreichen. Hinter der Mundöffnung liegt die bei äußerlicher Untersuchung aus

zwei dicken, verkehrt eiförmigen Teilen bestehende Unterlippe, die Ehlers (17) S. 47 für seine *Diopatra socialis* (siehe unten) als „ein glattes, herzförmiges Polster, dessen ausgeschnittener Vorderrand die hintere Umfassung des Mundes bildet" beschreibt, während sie bei Sars garnicht erwähnt ist. Vor allem Schnittserien zeigen aufs deutlichste die völlige Trennung der beiden Teile, die ich deshalb „postorale Palpen" nenne (s. untenstehende Figur 1a). Zwischen diese Seitenteile (S) schiebt sich in der Mitte eine flache Erhöhung (Z) ein, die wie die beiden äußeren mit bloßem Auge oder der Lupe gut sichtbaren Teile stark drüsig ist, und von ihnen durch eine etwas eingesenkte, vollkommen drüsenlose Zone (dl) getrennt ist. Das Mittelstück läuft nach hinten spitz zu und ist kürzer als die postoralen Palpen. Auf die Vermutung, daß die

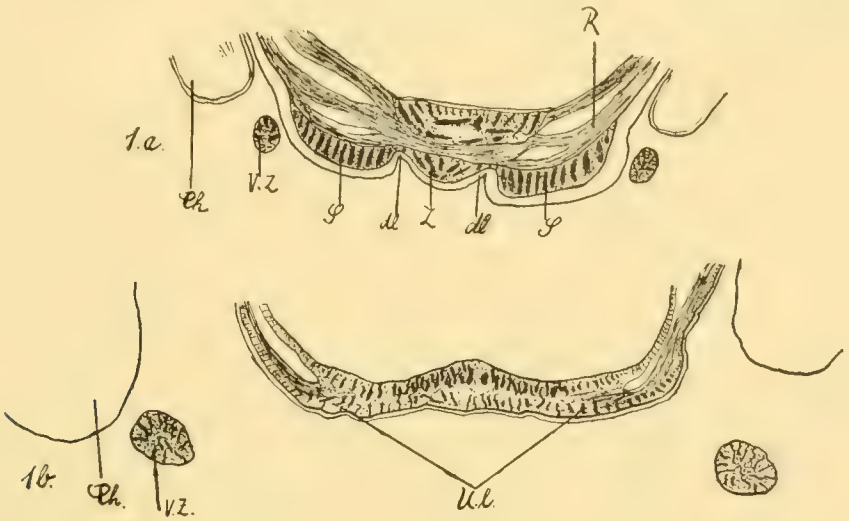


Fig. 1a. Querschnitt durch die Unterlippe von *Onuphis quadricuspis*. Vergr. = 70:1.
Fig. 1b. Querschnitt durch die Unterlippe von *Hyalinoecia tubicola*. Vergr. = 30:1. Ch. = Chaetopodium. VZ = ventraler Zirrus. R = Ringmuskulatur. S = die beiden Seitenstücke. Z = Zwischenstück. dl = drüsenlose Zone. Ul = Unterlippe.

Unterlippe der übrigen Onuphiden aus einer Verwachsung dieser drei Teile hervorgegangen sei, bin ich schon im allgemeinen Teil eingegangen. Um den Unterschied in der Ausbildung der Unterlippe deutlicher hervorzuheben, habe ich einen entsprechenden Schnitt von *Hyalinoecia tubicola* beigefügt (Figur 1b).

Die drei ersten Parapodienpaare sind von den übrigen durch ihre Größe und ihre Borsten verschieden. In der Mitte der Dorsalseite steht ein Rückenzirrus (oder Kieme, Sars), auf der Ventralseite nahe der Ruderbasis ein Bauchzirrus, beide ungefähr von der Länge der Parapodien. Von den Ruderlippen ist nur die ventrale anzutreffen, als konisch zugespitzter Fortsatz unterhalb der Borsten. Vom 4. Borstensegment an wird der Ventralzirrus knopfförmig und ist vom 12. an verschwunden. Bis zum 5. Parapodium bleibt die Ruderlippe zirrenförmig, wird dann zu einer halbkreisförmigen Platte verkürzt, die bald nur noch durch Färbung mit Methylgrün nachzuweisen ist. Die Kiemen beginnen meist am 8. oder 9., selten schon am 6. Ruder, als einfacher Faden unmittelbar neben dem Rückenzirrus an der proximalen Seite. Am 14. Seg-

ment wird sie zweiteilig, am 17., oft erst am 23., dreiteilig. Eine Vierteilung der Kieme, die nicht immer auftritt, beobachtete ich meist vom 22. Parapodium an. Vom 29. bis 32. Segment ist sie wieder dreiteilig, bis zum 36. zweiteilig und von da an bleibt sie einfach. Vom 40. Ruder an ist der Dorsalzirrus sehr klein, ohne aber ganz zu verschwinden. Ich möchte nicht versäumen, darauf hinzuweisen, daß G. O. Sars keinen Unterschied zwischen Kiemen und Dorsalzirrus macht, und daher neben der Vierteilung noch eine „femdelt eller besat med 4 Sidetraade" Kieme angibt. Es besteht demnach kein Unterschied in der Höchstzahl der Teilfäden der Kieme zwischen *Diopatra socialis* (Ehlers), *Onuphis quadricuspis* (Sars) und der von Mc Intosh (53) S. 7 angegebenen *Nothria quadricuspis,* wie letzterer in der Monographie der britischen Anneliden (56, part. 2) S. 414 meint. Daß es sich bei dem strittigen 5. Anhang

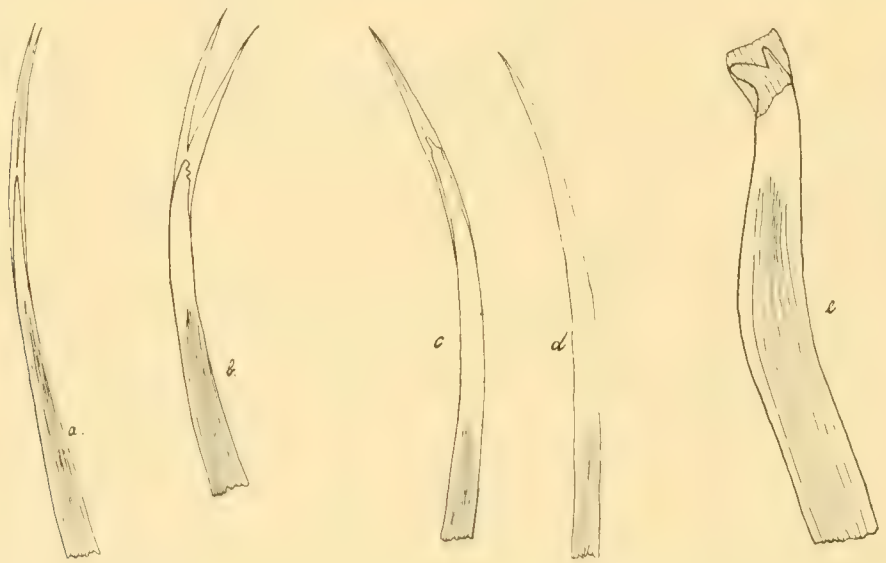


Fig. 2. Borsten von *Onuphis quadricuspis.* a bis c = Borsten mit gespaltener Spitze in verschiedenen Stellungen. d = einfache Borste. a bis d aus dem 1.—3. Parapodium. Zeiß Obj. D. Occ. 4. e = geflügelte Hakenborste vom 8. Segment an auftretend. Zeiß Obj. D. Occ. 4. Alle Figuren auf $^2/_3$ verkleinert.

der Kiemen um den Dorsalzirrus handelt, lehrt die einfache Betrachtung einer Schnittserie, wo nur in vier Teilen deutlich die beiden Blutgefäße, in einem Teile dagegen die Ausführungsgänge der Knäueldrüsen, die den Kiemen fehlen, zu sehen sind.

Das Analsegment ist kurz und abgestumpft und trägt vier Analzirren, von denen die beiden oberen die größten sind und zurückgeschlagen bis zum siebtletzten Segment reichen. Die ventralen sind etwas kürzer, ungefähr so lang, wie die 4 bis 5 letzten Segmente.

Die Borstenbündel der drei vordersten Parapodienpaare setzten sich zusammen aus 7 bis 8 Borsten mit gespaltener Spitze (Figur 2a—c). Diese Spaltung beschränkt sich aber lediglich auf die das freie Ende der Borsten umgebende, glasig durchsichtige, spitz zulaufende Hülle. Die beiden Teile der Spitze liegen sehr eng aneinander, so daß sie oft nur durch sorgfältige Untersuchung unterschieden werden können. Betrachtet man die Borsten genau von

oben, so erkennt man stets in der Mitte der Spitze eine feine Linie, wie ich das auf Fig. 2c wiedergegeben habe. Neben diesen finden sich noch 2 bis 3 einfache Haarborsten ohne irgend welche Anhänge (Fig. 2d). Vom 4. bis 8. Ruder findet man nur etwa acht in zwei Bündeln angeordnete Spießborsten, zu denen vom 9. an zwei sehr dicke geflügelte Hakenborsten treten. In den hinteren Segmenten sind oft drei Hakenborsten, wie sie in Fig. 3d wiedergegeben sind, sowie stets einige feine Meißelborsten mit gezähnter Spitze anzutreffen, welche Sars nicht erwähnt. Die bei der Kleinheit des Objektes sehr zarten Spießborsten biegen sich durch Mazeration oder durch Druck mit der Pinzette leicht am freien Ende um, so daß die von Ehlers (17) S. 48 beschriebenen und auf Tafel III Fig. 8 wiedergegebenen Borsten mit „oft peitschenförmig geschwungenem Ende" entstehen, die demnach als künstliche Bildung anzusehen sind.

Der Oberkieferapparat unterscheidet sich von dem der beiden anderen *Onuphiden*-Arten durch die wesentlich geringere Bezahnung. Sars macht, wie auch schon Mc Intosh (56) erwähnt, keine Angaben über die Kiefer. Nur letzterer gibt die Zahl der Zähne an, die sich ungefähr mit dem von mir gefundenen Werte deckt:

$$\frac{6}{8}\ 6\ \frac{5}{7}.$$

Die Zangen sind auffallend stark gebogen. An den Unterkiefern stehen die Kauladen fast rechtwinklig vom schwach gekrümmten Schaft ab.

Am Kopflappen häufen sich, wie die Färbung mit Methylgrün ergibt, an den präoralen Palpen und an der Unterseite der Stummelfühler Drüsen, während die Tentakeln nahezu drüsenfrei sind. Die Tentakelzirren sind schwach drüsig, die postoralen Palpen sowie das dazwischen liegende Stück dagegen stark mit Drüsen besetzt. Der Einschnitt zu beiden Seiten des Mittelstückes und das hintere Ende der beiden Seitenteile sind wieder frei von Drüsen. Auf der Dorsalseite der drei vordersten Borstensegmente fehlt ein Drüsenband vollkommen, nur einzelne Drüsen sind zu erkennen. Über die vordere Hälfte des vierten bis siebten Segmentes zieht ein loses Band von Drüsen, die in mehreren häufig unterbrochenen Reihen angeordnet sind. An den nächsten zehn Segmenten rückt die Hauptmasse der Drüsen nach der Mittellinie zusammen, um sich dann allmählich wieder aufzulösen und über die ganze Rückenfläche ziemlich unregelmäßig zu zerstreuen. Hervorzuheben ist das Fehlen einer Verbreiterung des Bandes an den Parapodien, die, wie wir sehen werden, für *Hyalinoecia tubicola* so charakteristisch ist. Die Dorsalzirren sind an dem ganzen Tier drüsenreich, auch an den Kiemen findet man sie zerstreut angedeutet. Die im vorderen Teil des Körpers außerordentlich stark gefärbten Ruderlippen und Ventralzirren geben auch nach dem äußerlichen Verschwinden durch die Färbung zu erkennen, daß die in ihnen ausmündenden Drüsen noch vorhanden sind. Und zwar liegen die mit den Ruderlippen in Zusammenhang zu bringenden Drüsen ventral und rückwärts von den in einer dorsoventralen Reihe hervortretenden Borsten, später direkt hinter ihnen, wo sie an den hinteren Segmenten einen vom Ventralzirrus getrennten grünen Fleck bilden. Das knopfförmige Polster des reduzierten Bauchzirrus ist vom 5. bis 16. Segment von einem Drüsenkranz umgeben. Allmählich überzieht sich dann das ganze Polster und vom 40. Segment an ist nur noch ein dunkelgrün gefärbter Punkt vorhanden. Über den übrigen Teil der Parapodien sind ebenfalls Drüsen

zerstreut, die sich an den vorderen 35 bis 40 Segmenten auf der Dorsalseite zu einem Bande von der Austrittstelle der Borsten nach dem Zirrus vereinigen. Über die vordere Hälfte der Ventralseite des 2. bis 7. Borstensegments läuft ein drüsiges Band. Dann zerstreuen sich die Drüsen über die ganze Bauchseite der einzelnen Segmente und gehen im Gegensatz zur Dorsalseite allmählich in das Drüsenfeld des Zirrus über. An den hintersten Segmenten nimmt die Zahl der Drüsen erheblich ab.

Es ist fraglich, ob es richtig ist, die als verschiedene Arten beschriebenen *Onuphis quadricuspis* Sars und *Diopatra socialis* Ehlers zu vereinigen, wie dies häufig geschehen ist. Obwohl in den Hauptzügen, wie auffallende Verkleinerung des unpaaren Tentakels, Vorhandensein der Tentakelzirren und nur einer Ruderlippe sowie einfacher bis kammförmiger Kiemen, Übereinstimmung herrscht, sind doch eine ganze Anzahl von Unterschieden vorhanden: vor allem die verschiedene Ausbildung der getrennten postoralen Palpen bei *Onuphis quadricuspis* und der einfachen glatten Unterlippe bei *Diopatra socialis,* sowie das Fehlen der Borsten mit gespaltener Spitze bei *Diopatra socialis,* an deren Stelle zusammengesetzte Borsten stehen. Ehlers erwähnt auch noch, daß er an vielen Exemplaren überhaupt keine Kiemen, bei wenigen an allen Segmenten nur einfache, bei dem Rest einfache bis dreiteilige Kiemen gefunden hat. Wenn diese Unterschiede dazu berechtigen, die Trennung beizubehalten, so wäre wohl die Art *Diopatra socialis* als *Onuphis socialis* zu bezeichnen, da sie nach der Beschreibung von Ehlers nicht unter den Gattungsbegriff *Diopatra* paßt, wie er heute mit spiraligen oder federartigen Kiemen gefaßt wird. In dem vorliegenden Material war kein Exemplar vorhanden, auf das die Beschreibung von Ehlers hätte angewendet werden können. Weil ich *Onuphis socialis* (Ehlers) im Gegensatz zu Mc Intosh (56) als besondere Art aufrechterhalte, habe ich sie nicht unter der Zahl der Synonyma angeführt.

Die drehrunde ziemlich lange Röhre von *Onuphis quadricuspis* ist von einer fast 0,75 mm dicken ziemlich festen Schlammschicht überzogen.

Fundorte: N 7, N 8, N 9, N 10, N 12, N 16, 1912 Nr. 10.

Gattung Hyalinoecia, Malmgren 1867.

Hyalinoecia tubicola (O. F. Müller) 1766.

Nereis tubicola, O. F. Müller, 1766 (82) S. 217.
Leodice tubicola, Savigny, 1820 (89) S. 52.
Nereidonta tubicola (Néreitube), de Blainville, 1828 (7) S. 447.
Spio filicornis, Delle Chiaje, 1828 (Mem. vol. 3) S. 173, 176.
Onuphis tubicola, Aud. u. Milne Edw., 1831 (3) S. 151.
Eunice tubicola, Fleming, 1834 (Enzycl. Brit. 7. ed vol. 7) S. 219.
Northia tubicola, Johnston, 1865 (58) S. 136 u. 341.
Hyalinoecia tubicola, Malmgren, 1867 (72) S. 67.
Hyalinoecia artifex, Verrill, 1882 (100) S. 357.
Onuphis gracilis, Ehlers, 1887 (19) S. 78.

Kopf mit 5 langen Tentakeln auf geringelten Tentakelträgern, der unpaare am längsten, 2 Stummelfühlern und 2 präoralen Palpen. Augen meist vorhanden. Mundsegment ohne Tentakelzirren, mit herzförmiger Unterlippe. Parapodienanhänge wie bei *Onuphis conchylega*. Einfache Kiemen am 23. bzw. 28. Borstensegment beginnend. Borsten in der Regel einfach. Nur in der Jugend an den ersten und letzten Segmenten teilweise zusammengesetzte Borsten. Analsegment mit 2 Zirren. Drüsenband auf dem vorderen Drittel der Dorsalseite der 30 ersten Segmente mit Verbreiterung in das Parapodium übergehend. Nach hinten allmähliche Abnahme des Drüsenbandes ohne Verschwinden. Analsegment dorsal zu beiden Seiten des Afters stark drüsig.

Die größten vorliegenden vollständigen Exemplare waren bei 131 Borstensegmenten 102 mm lang und 2 bis 2,5 mm breit mit Parapodien, bei 122 Segmenten 87 mm lang und 2 mm breit.

Die aus der Röhre herauspräparierten Tiere sind drehrund und nur am Hinterende dorsoventral abgeplattet und zugespitzt. Das Alkoholmaterial ist gelblich, bei günstiger Beleuchtung irisierend.

Die fadenförmigen Tentakeln des Kopfes stehen auf 3 bis 5 mal geringelten Tentakelträgern. Der unpaare Tentakel, wie bei *Onuphis conchylega* der längste, reicht zurückgeschlagen bis zum 8. bzw. 9. Borstensegment. Die mittleren paarigen Tentakeln haben nur $^2/_3$ bis $^4/_5$ der Länge des Unpaaren und sind untereinander oft ungleich lang. Die vorderen paarigen Tentakeln messen nur 2 bis 2,5 mm, während die elliptischen Stummelfühler nicht größer als 1 mm sind. Außer bei jungen Exemplaren war am Grunde der hinteren paarigen Tentakeln je ein Auge zu erkennen. Nach den Angaben von Mc Intosh (53) fehlten die Augen bei den vom „Challenger" in großen Tiefen gefangenen Exemplaren. Auch bei der in „the British Annelids" (56) beschriebenen *Hyalinoecia tubicola* wurden sie vermißt. Doch sind sie in dem gleichen Werke auf Taf. 51 Fig. 5 und 5a wiedergegeben. Demnach scheint das Vorhandensein der Augen mit der Tiefe, wahrscheinlich auch mit dem Untergrund zu wechseln, abgesehen davon, daß bei jungen Tieren Augen (wenigstens das Pigment) stets zu fehlen scheinen. Vergl. hierzu auch Pruvot (84) S. 256 bis 267, Tafel 13 Figur 1. Ein Pigmentfleck auf der Mitte des Kopfes wurde bisher nur von Langerhans (68) S. 291 bis 292 festgestellt. Auch ich beobachtete ihn, aber nur bei älteren Individuen. Vor dem Munde finden wir die großen, kaum gestielten, eiförmigen präoralen Palpen. Die dorsalen Tentakelzirren des Mundsegmentes fehlen. Die Unterlippe ist herzförmig, sehr stark drüsig und besteht aus einem Stück (cf. Textfigur 1b).

Die Parapodien des 1. Borstensegmentes sind nach vorne gerichtet und tragen auf der Mitte der Dorsalseite und an der ventralen Basis je einen fadenförmigen Zirrus. Das Ende des Ruders wird von einem kleinen scheibenförmigen Fortsatz gebildet, der über der Austrittstelle der Borsten liegt und von einer dorsalen und einer ventralen Ruderlippe überragt wird. Der Dorsalzirrus nimmt nach dem Analsegment an Größe ab, ohne jedoch zu verschwinden.

Zu ihm tritt am 23. bzw. 28. Borstensegment beginnend die meist einfache Kieme, die höchstens an den beiden letzten Parapodien fehlte. Bei der von Ehlers (16) S. 297 ff. beschriebenen *Onuphis tubicola* aus der Adria fehlten sie an den 10 letzten Segmenten, nach den Angaben von St. Joseph (62) S. 200 meist an den 3 letzten, d. h. jüngsten Segmenten. Die Kieme wird demnach erst ausgebildet, wenn das betreffende Segment eine gewisse Größe erreicht hat. An den 9 letzten auffallend kurzen Segmenten eines jungen Tieres war die Kieme neben dem Dorsalzirrus nur als ganz kleine Erhebung angedeutet. Im vorderen Teil des Körpers ist sie ziemlich klein, wird aber gegen Ende des zweiten Drittels des Körpers 2,5 bis 3 mm lang. Ungefähr vom 30. Ruder an sitzt der kleine Dorsalzirrus wie ein Anhang an der viel größeren Kieme. An ihrer Spitze bemerkt man zuweilen eine Spaltung in zwei bis drei Fortsätze, die aber ohne irgend welche Regelmäßigkeit auftreten und in keiner Weise eine systematische Bedeutung beanspruchen können; vergl. hierzu auch die Ausführungen von E. v. Marenzeller (73) über ähnliche Beobachtungen bei Exemplaren von *Onuphis conchylega* von Spitzbergen, wie ich schon eingangs erwähnte. An einzelnen Parapodien fand ich sogar zwei vollständig getrennte Kiemen.

Die Parapodien selbst werden vom 1. bis 5. Segment allmählich kleiner, das 6. ist schon stark reduziert, und vom 30. oder 35. Segment an erkennt man nur noch eine kleine Erhöhung an Stelle der Parapodien. Das Analsegment ist ungefähr so lang wie die fünf letzten Segmente zusammen. Es ist fast eiförmig mit zwei bis zu 7,5 mm langen, dünnen Analzirren. Der After liegt dorsal auf der Mitte des Segmentes.

Die Borsten der geschlechtsreifen Tiere sind alle einfach und verteilen sich auf die einzelnen Parapodien wie folgt: Aus dem ersten Ruder treten unterhalb des scheibenförmigen Fortsatzes 3 bis 4 an der Spitze mit einem kleinen Haken versehene Borsten heraus, neben denen im Innern des Parapodiums 7 bis 8 ungeflügelte, spitz zulaufende, etwas gekrümmte Borsten liegen. Das 2. Parapodium hat 5 bis 6 geflügelte Spießborsten in zwei Bündeln, sowie 2 bis 3 große Hakenborsten wie im 1. Parapodium. An den folgenden 20 Rudern finden wir dorsal 2 bis 3 lange Spießborsten, darunter ein Büschel feiner Meißelborsten mit fein gesägtem Vorderende, und ventral wieder eine Anzahl etwas kürzerer Spießborsten. Ungefähr am 22. Parapodium treten zwischen dem dorsalen und ventralen Spießborstenbündel zwei geflügelte Hakenborsten mit zwei rechtwinklig abstehenden Haken hinzu, eine weitere Hakenborste am 40. Ruder. Diese Zusammenstellung bleibt bis zum letzten Borstensegment.

Schon Langerhans (68) S. 291 bis 292 und St. Joseph (62) S. 201 hatten festgestellt, daß an kleinen Exemplaren von *Hyalinoecia tubicola* scheinbar zusammengesetzte Borsten (des soies pseudo-articulées St. Joseph) vorkommen. Diese Beobachtungen waren auch an dem vorliegenden Material an zwei vollständig erhaltenen jungen Exemplaren zu bestätigen, von denen das eine bei 70 Borstensegmenten 26 mm lang und 1 mm breit, das andere bei 61 Segmenten 22 mm lang und 1 mm breit war. Ich beobachtete zusammengesetzte Hakenborsten von der nebenstehend abgebildeten Form (Fig. 3) neben einfachen Borsten am 2. und den 8 letzten Borstensegmenten. Langerhans fand die zusammengesetzten Borsten bei einem Exemplar mit 60 Segmenten aus der Gegend von Madeira am 1. bis 3. und an den 12 letzten Segmenten. St. Joseph (60) S. 243 beschreibt sie am 1. und an den 8 letzten Segmenten

eines Tieres von 30 mm als „des soies en serpe composées à capuchon", sowie (62) S. 201 an den beiden ersten und den 14 bzw. 15 letzten Segmenten zweier anderer Individuen. Ein Vergleich dieser Beobachtungen ergibt die Tatsache, daß ausschließlich bei jungen Individuen von *Hyalinoecia tubicola* zusammengesetzte Borsten vorkommen und zwar anscheinend nur am Vorder- und Hinterende.

Für die Bezahnung des Oberkiefers, über die zahlreiche Angaben von den verschiedensten Seiten vorliegen, fand ich folgende Zahlen:

$$\frac{11—13}{10—13}\ 8—10\ \frac{4—6}{7—9}$$

Die Biegung des Unterkieferschaftes beobachtete ich nicht so stark, wie sie Ehlers (16) Tafel 13, Fig. 13 abbildet, ja ich fand den Schaft fast vollkommen gerade.

Die Röhre, die in der Hauptsache von den im Dorsal- und Ventralzirrus ausmündenden Knäueldrüsen abgeschieden wird, ist durchscheinend, federkielartig und gerade, vorn etwas weiter als hinten. Nach der genauen chemischen Analyse von Schmiedeberg (91) S. 375 bis 392 besteht sie aus einer Mischung von organischer und anorganischer Grundsubstanz. Jene ist das Onuphin, ein dem Chitin ähnliches Derivat der Kohlehydrate und bildet 38,73 % der Röhre. Diese (die anorganische Grundsubstanz) setzt sich zusammen aus 24,4 % Hydratwasser, 20,9 % Phosphorsäureanhydrit, die sonst im Tierreich nur in Knochen, Zahnbein und Placoidschuppen vorkommt, 9,1 % Magnesia aus dem Meerwasser und einigen anderen Mineralien. Die Röhre wird in verschiedenen Schichten abgeschieden, immer abwechselnd eine Onuphin- und eine albuminoide Schicht, welche die anorganische Substanz enthält. Die Röhre ist nach Schmiedeberg ein Onuphin-Calcium-Magnesium-Phosphat-Hydrat. Nach den Beobachtungen von Eisig (31) ist das Tier imstande, seine Röhre in einem Tage zu erneuern.

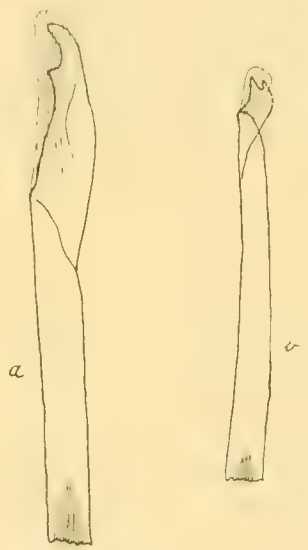


Fig. 3. Zusammengesetzte Hakenborsten einer jungen *Hyalinoecia tubicola*. a. Borste aus dem zweiten Parapodium. Zeiß Obj. D. Occ. 5. b. Borste aus den acht letzten Parapodien. Zeiß Obj. D. Occ. 4.

Auch bei dieser Art sind die Drüsen in charakteristischer Anordnung über den Körper verteilt. Die präoralen Palpen sowie die erste Hälfte der Ventralseite des vorderen Tentakelpaares mit Ausschluß der Träger sind sehr drüsenreich. Die Unterlippe ist bei *Hyalinoecia tubicola* am stärksten von allen Onuphiden gefärbt und fällt schon bei der Betrachtung mit bloßem Auge als dunkelgrüner Fleck auf. Ein feines Drüsenband zieht sich über das vordere Drittel des Rückens eines jeden der ersten 30 Segmente, mit einer dreieckigen Verbreiterung nach den Parapodien zu. Gegen Ende dieser Zone schwindet eine Anzahl Drüsen, so daß weiter analwärts nur noch in der Mitte und an den Parapodien Drüsen zu finden sind. Auf der Ventralseite der ersten 20 Borstensegmente finden wir am Vorderrande eine ganz feine Drüsenzone, die, an den folgenden Segmenten nicht deutlich nachweisbar, an den letzten wieder auffällig

hervortritt. Das Analsegment ist bis auf einen kleinen Streifen, der auf der Dorsalseite in der Längsachse verläuft und den After einschließt, mit Drüsen bedeckt. Die Dorsalzirren sämtlicher Parapodien sind sehr drüsig. Der erst faden-, dann knopfförmige, zuletzt zu einem flachen Polster reduzierte Ventralzirrus ist an den 7 ersten Segmenten auf der ganzen Oberfläche drüsig, vom 8. bis 22. läuft ein Band in Richtung der Längsachse über das Polster, das an den hinteren Parapodien wieder ganz von einer Drüsenzone überzogen ist. Die Ruderlippen, die dorsal am 5., ventral am 32. Segment verschwinden, sind ebenfalls mit Drüsen bedeckt. Bis zum letzten Borstensegment bleibt die Stelle, an der die ventrale Lippe stand, durch einen dunkelgrünen Flecken markiert, während schon am 7. oder 8. Parapodium von der dorsalen nichts mehr zu erkennen ist.

Fundorte: N 6, N 7, N 10, N 11, 1904: St. 30, 1905: St. 40, St. 49.

Am Ende des systematischen Teiles sei es gestattet, einige kritische Bemerkungen zur Nomenklatur der soeben besprochenen Onuphidenarten zu geben.

Ein Vergleich der Zusammenstellungen der Synonyma mit dem in der Einleitung über die Stellung der *Onuphiden* im System der polychäten Anneliden Gesagten lehrt, daß für die Verteilung der vorliegenden Arten nur die Gattungsbegriffe *Onuphis, Hyalinoecia* und *Northia* oder *Nothria* (Mc Intosh) in Betracht kommen können. Die abweisende Stellung, die Ehlers dem Gattungsbegriff *Hyalinoecia* gegenüber einnimmt, erklärt sich aus seiner weiteren Fassung der zu *Diopatra* zu rechnenden Arten und aus der Bestimmung der Gattung *Onuphis* ohne Tentakelzirren. Seitdem aber der Gattung *Diopatra* von einer ganzen Anzahl Autoren, wie Kinberg (65) S. 559, Malmgren (72) S. 179 ff., Langerhans (68) S. 291 und St. Joseph (62) S. 243, nur Arten mit spiraligen oder federartig verzweigten Kiemen auf den Parapodien zugewiesen wurden, ist das Bedürfnis entstanden, die hierdurch abgetrennte Gattung mit einfachen bis kammförmigen Kiemen und Tentakelzirren neu zu benennen. Unter Verschiebung des alten Gattungsbegriffes wählte man die Gattung *Onuphis*. Die bis dahin unter diesem Namen aufgeführten Tiere ohne Tentakelzirren erhielten von Malmgren den neuen Gattungsnamen *Hyalinoecia*. Neben dem Fehlen der Tentakelzirren kann als besonderes Merkmal dieser Gattung die durchsichtige, federkielartige Röhre angesehen werden. Man muß aber in der Anwendung eines solchen Criteriums bei der Unterscheidung zweier Gattungen vorsichtig sein, worauf Großland (12) S. 131 besonders hinweist. Doch hat es sich gezeigt, daß auch bei anderen Arten der Gattung *Hyalinoecia,* die in unserem Gebiet fehlen, dieses Unterscheidungsmerkmal aufrecht erhalten werden kann, was aus seiner Bemerkung hervorgeht: „the transperency of their abode being characteristic of the great majority of the species" (von *Hyalinoecia*).

1865 beschreibt Johnston (58) die im Britischen Museum vorhandenen nicht parasitären Würmer und faßt die heute als *Onuphiden* bezeichneten unter dem Gattungsnamen *Northia* zusammen, „branchiae as in *Eunice* . . . . i. e. semipectinatae", da er die Gattung *Onuphis* charakterisiert: „with pectinate branchiae." Heute wird der Name *Northia* oder *Nothria* nur noch selten gebraucht, und zwar so, daß er für die vorliegenden drei Arten in gleicher Weise Anwendung findet.

Anatomische Bemerkungen.

Die in den folgenden Abschnitten behandelten anatomischen und histologischen Untersuchungen wurden nur an dem mir zur Verfügung gestellten, in 75%igem Alkohol abgetöteten und konservierten Material der Fahrten des Forschungsdampfers „Poseidon" angestellt.

Leider zeigten die Gewebe infolge dieser Behandlung vielfach derartige Schrumpfungen, daß manche beabsichtigten Untersuchungen unterbleiben mußten. Ich verweise deshalb wegen der nicht behandelten Abschnitte auf die angegebene Literatur: Über Blutkreislauf s. K. Fuchs (39), über Segmentalorgane und Geschlechtsdrüsen L. Fage (32) S. 350 bis 352, E. A. Andrews (1) S. 113 bis 123 und L. Cosmorici (11) S. 233 bis 372, über das Nervensystem G. Pruvot (84) S. 211 bis 336, über Sehorgane R. Hesse (51), Graber (40) und Schreiner (92), über Otocysten Fauvel (34) S. 1 bis 149.

Zur Vorbereitung der Serienschnitte wandte ich neben der gewöhnlichen Einbettung in hartem Paraffin die von Breckner (9) S. 29 bis 32 empfohlene Behandlung der Objekte vor dem Einbetten mit einem Gemisch von Alkohol, Äther und Celloidin an, ohne indes besondere Vorteile dadurch zu erzielen. Für kleine Objekte leistete die Einbettung in Nelkenöl-Collodium sehr gute Dienste. Diese Behandlung gestattete es, Schnitte von 2,5 μ Dicke herzustellen. Die kalkigen Bestandteile der Unterkiefer wurden vor dem Schneiden mit angesäuertem Alkohol entfernt, ohne daß die Gewebe angegriffen wurden. Die Schnitte wurden mit Haematein und Eosin gefärbt.

In seiner Arbeit „Die Borstenwürmer" hat Ehlers auf S. 272 bis 273 eine eingehende Beschreibung des Kieferapparates der Familie *Eunicea* im allgemeinen und auf S. 301 und 320 bis 321 der Arten *Onuphis (Hyalinoecia) tubicola* und *Eunice Harassii* im besonderen gegeben. Den Ausführungen über Bau und Funktion des Oberkiefers habe ich nichts hinzuzufügen. Dagegen sei es gestattet, einige ergänzende Mitteilungen über den Unterkiefer zu machen. Dieser besteht, wie lange bekannt, aus zwei stabförmigen, schwach gebogenen Stücken, die an dem aus dem Munde hervorragenden Teile, den ich „Kaulade" nenne, verbreitert sind und am Grunde der Verbreiterung einen braunen Chitinzahn tragen. Eine oberflächliche Betrachtung zeigt, daß der obere verbreiterte Teil schmelzartig glänzt, während der im Innern weiße Schaft eine gerippte Oberfläche zum Ansatz der Muskeln hat, die am Grunde der Verbreiterung in einer feinen, schrägen Linie endet. Ich brachte die aus der umgebenden Muskulatur herauspräparierten Kiefer in salzsaurem Alkohol unter das Mikroskop und beobachtete, daß erst der obere Teil des Kiefers sich vollständig auflöste, ohne daß der Schaft irgendwelche Veränderungen zeigte. Erst nachdem jener vollständig verschwunden war, begann an diesem eine Zersetzung des Kalkes, aber in anderer Weise. Während sich vorher an der Kaulade allenthalben Kohlendioxydblasen gebildet hatten, traten sie nunmehr aus dem Schaft nur am Vorderende hervor, und zwar nicht eine große Blase zur Zeit, sondern eine ganze Anzahl feiner Bläschen, in parallelen Reihen angeordnet, der Öffnung zustrebend. Nach Auflösung der gesamten Kalkmasse blieb nur eine feine durchsichtige Hülle übrig, die von der Salzsäure nicht weiter beeinflußt wurde. Die Erscheinung ließ vermuten, daß die Hülle des Schaftes nicht aus Kalk, sondern aus Chitin besteht, mit pa-

rallelen Schichten im Innern. Diese Vermutung bestätigte sich bei dem Studium von Längs- und Querschnitten durch das Vorderende der Tiere.

Von oben gesehen erscheint die Hülle des durch Salzsäure von Kalk entblößten Unterkiefers von ungefähr 1,5 mm Länge als eine nach hinten verengte, dorsoventral abgeplattete Röhre, deren Vorderende in einem Winkel von ungefähr 45° nach hinten in einer Länge von 0,4 mm schräg abgeschnitten ist. Auf Querschnitten durch diesen vordersten Teil erhalten wir ein Bild, wie es auf Tafel II Figur 16 wiedergegeben ist. Eine mit der übrigen Mundhöhlencuticula in unmittelbarer Verbindung stehende Chitinschicht (Ch) wölbt sich in die Mundhöhle vor und scheint von ihrer Matrix (M) völlig gelöst. Zwischen Matrix und Chitinschicht liegt eine große Anzahl von Querlamellen (L), die senkrecht zur Längsachse des Hohlraumes stehen. Diese Lamellen sind mit feinen Rippen und Fortsätzen versehen, so daß sie an den Flächen fast ineinander übergehen scheinen. Die kleinen Zwischenräume sind vor der Behandlung mit Salzsäure von Kalk erfüllt, der dem Schaft seine Festigkeit und weiße Farbe verleiht. Die Matrix dieses vorderen Teiles des Kiefers besteht aus einem auffallend hohen Zylinderepithel mit spindelförmigen Kernen, das auf Längsschnitten von vorn nach hinten an Höhe abnimmt, obwohl der vordere chitinige Teil des Schaftes nach hinten breiter wird. Diese auffallend kräftige Ausbildung der Matrixzellen wird bedingt durch die große Menge von Kalk, die von ihnen an den Kauladen abgeschieden werden muß. Aus den in den Tafelfiguren 13 und 16 wiedergegebenen Längs- und Querschnitten ergibt sich, daß der oberste Teil des Schaftes durch eine ziemlich kräftige Chitinwand abgeschlossen ist.

Etwa 0,5 mm vom obersten Ende des Schaftes treten die beiden Kieferstücke so nahe aneinander heran, daß die beiderseitigen Chitinhüllen auf eine Länge von 0,16 mm miteinander verschmelzen (Figur 14 V) und zwar, wie aus Tafelfigur 17 V ersichtlich, nur in der unteren Hälfte ihrer dorsoventralen Ausdehnung. Hierdurch entsteht ein elastisches Gelenk, auf dessen Bedeutung für die Bewegung der Kiefer ich weiter unten eingehen werde. Es ist klar, daß diese feine Verschmelzung beim Herauspräparieren der Kiefer mit dem Skalpell oder durch Mazeration leicht zerrissen wird und daher meist unbeachtet geblieben ist, cf. Ehlers (16) S. 301: „Der Unterkiefer besteht aus zwei symmetrischen, völlig voneinander getrennten Stücken . . . .“ Nur bei Quatrefages (85a) findet die Vereinigung beider Kieferteile kurze Erwähnung auf S. 301: „ . . . on trouve encore à la face inférieure de la trompe une lèvre ou labre (labrum) composée de deux pièces cornées, symmétriques, fortement unies sur la ligne médiane . . .“ Aus diesen Worten ist aber nicht ersichtlich, welcher Art die Vereinigung ist. Auch scheint die Beobachtung Quatrefages' in der späteren Zeit unbeachtet geblieben zu sein, da keine weitere dahin gehende Erwähnung zu finden war.

Von der Vereinigungsstelle nach hinten treten die Schäfte auseinander, um sich am Ende unter allmählicher Verjüngung meist wieder etwas zu nähern. Auf dieser ganzen Strecke von ungefähr 1 mm ist der Raum zwischen den beiden Hälften des Unterkiefers durch Gewebe ausgefüllt und zwar im vorderen Drittel durch eine Drüse (Dr), die zwei feine Muskelstränge (Md) einschließt (Tafelfigur 13 u. 14). Der Rest ist von dorsoventral verlaufenden Muskeln (Ms) eingenommen. Zwischen diesen bildet sich im letzten Drittel eine nach hinten vertiefte im Quer-

schnitt V förmige Rinne (R), die mit einer verhältnismäßig starken Chitinschicht (siehe Figur 19) ausgekleidet ist. Von der oben besprochenen Verschmelzungsstelle an sind die Schäfte auf drei Seiten in das Gewebe eingebettet, so daß nur die dorsale Seite frei bleibt (cf. die Tafelfiguren 15, 18, 19).

Wie wir oben sahen, verlaufen die Lamellen im vorderen Teile parallel der Matrix. Diese Eigenschaft bleibt erhalten auch nach dem Auftreten einer Matrix an der Ventralseite bzw. zwischen den beiden Kieferstücken, so daß im mittleren und hinteren Teile des Schaftes der Querschnitt jeder Lamelle einen nach der Dorsalseite offenen Halbkreis bildet (Figur 18 und 19 L). Verfolgen wir die Lamellen auf Schnittserien, so sehen wir, daß die halbkreisförmige Umbiegung in dem Augenblick aus der parallelen Anordnung hervorgeht, in welchem an der Ventralseite sowie nach der Drüse hin ein Epithel auftritt. Diese Stelle ist in Taf. II Fig. 18 wiedergegeben. Die abscheidenden Matrixzellen haben hier allmählich die Gestalt eines Plattenepithels angenommen, an dem starke Muskeln angreifen.

Die Bildung des mit Chitin umkleideten Teiles des Kiefers muß auf einer periodischen Absonderung von Chitinlamellen und Kalkteilen beruhen. Ob verschiedene Zellen den Kalk und das Chitin abscheiden, ist an den Schnitten nicht festzustellen, da wir durchgehend ein einschichtiges Epithel antreffen, dessen einzelne Zellen in derselben Querschnittsebene keine morphologischen Unterschiede zeigen, außer daß sie wenigstens im vorderen Teile nach der Dorsalseite zu etwas größer werden.

Unter den Muskeln, die an den beiden Unterkiefern inserieren, ist zu unterscheiden zwischen solchen, die lediglich dazu dienen, sie aus dem Munde hervorzuschieben (Protraktoren, Figur 15 und 18 P) oder in den Mund zurückzuziehen (Retraktoren R), und solchen, die in den Dienst der Kaubewegung treten.

Betrachten wir zunächst die Pro- und Retraktoren. Diese finden sich in Form von paarigen Muskelsträngen an der Ventralseite der Unterkiefer. Die beiden Protraktoren sind 0,8 mm lang und 0,12 mm stark und verlaufen von der Basis des postoralen Mundpolsters (Figur 15 Pp) nach der Mitte des Schaftes jedes Kiefers. Sie inserieren an diesen 0,7 mm vom Vorderende des Chitinüberzuges entfernt in einer Ausdehnung von 0,33 mm. Die fast doppelt so starken Retraktoren sind die direkte Fortsetzung eines Teiles der ventralen Längsmuskelstränge LM, aus denen wohl auch die Protraktoren entstanden zu denken sind. Sie sind fast ebenso lang und beginnen in gleicher Höhe an den Kiefern wie letztere unmittelbar außen neben ihnen, inserieren aber in einer Länge von 0,58 mm. Von hier aus verlaufen die Retraktoren rückwärts, abwärts und auswärts nach den ventralen Längsmuskelsträngen zu.

Die Anordnung und das Zusammenwirken der Kaumuskeln der Unterkiefer sind wesentlich komplizierter. Will man sich beides erklären, so muß man stets bedenken, daß die Unterkiefer beim Kaugeschäft um eine feste Angel, jene feine, oben näher beschriebene, federnde Verwachsungsstelle der Chitinhülle gegeneinander bewegt werden.

Unter den Kaumuskeln lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

1. Muskeln, die an den äußeren Seiten der Kieferteile ansetzen (Ml).
2. Muskeln, die zwischen den Kiefern hinter der Drüse liegen (Ms).

3. Kleine Muskeln, die zwischen den Kiefern im Bereich der Drüse quergespannt sind (Md).

Die an den äußeren Seiten der Kieferhälften ansetzenden Muskeln werden aus kurzen Strängen gebildet, deren Hauptmasse analwärts vor der Verwachsungsstelle gelegen ist und vom Kiefer direkt nach der Seite oder in der Horizontalen schräg nach vorne verläuft. Sie dienen dazu, die Schäfte auseinanderzuziehen und dadurch ein Gegeneinanderbewegen der Kauladen zu veranlassen. Ein Widerlager finden sie an einer kräftigen Ringmuskulatur, die den Kiefersack umgibt und ihn gegen das Coelom der ersten Segmente abschließt. Nur am vordersten Teile des Kiefers sind die hier schwach ausgebildeten Muskeln schräg nach rückwärts gerichtet und dienen jedenfalls mehr zum Befestigen als zum Auseinanderziehen der Kauladen nach dem Beißen.

Diese Bewegung wird in der Hauptsache von den zwischen den Kiefern liegenden Muskeln bewirkt. Auf Querschnitten durch den hinteren Teil der Schäfte und ihrer Umgebung (Tafelfigur 19) sehen wir, daß an der Vförmigen Rinne am Grunde wie an den Seiten sehr kräftige Muskelbänder senkrecht bzw. schräg nach unten verlaufen und an einer diese Muskelmasse umschließenden Stützlamelle (La) ihren Widerhalt finden. Wird der mittelste Teil dieser Muskeln (Ms) kontrahiert, so ziehen sie die Rinne nach abwärts und verengen sie gleichzeitig. Dadurch werden die Kieferschäfte einander genähert, und die vor der Angel liegenden Teile treten auseinander. Unterstützt werden sie etwas durch die im Bereiche der Drüse angeordneten Quermuskelbänder, die aber wohl hauptsächlich zur Erhöhung der Elastizität der Verwachsungsstelle und zu ihrem Schutz gegen Zerreißen dienen.

Was nun endlich die häufig erwähnte Drüse für eine physiologische Bedeutung hat, konnte an dem konservierten Material nicht untersucht werden. Sicher ist, daß sie in keiner Weise der Kalkabscheidung dient, da sich die einzelnen Drüsenzellen nur nach der Dorsalseite öffnen (s. Tafelfigur 18 Am), nie aber mit den Kieferschäften oder deren innerer Matrix (Mi) in direkter Verbindung stehen. Die Vermutung liegt sehr nahe, daß von der Drüse ein verdauendes Ferment oder ein Gift ausgeschieden wird, das beim Zusammendrücken der Schäfte herausgepreßt und während des Zerbeißens der Nahrung beigemengt wird. Es wäre interessant festzustellen, ob die *Onuphiden* und mit ihnen alle Vertreter der Familie *Eunicea,* die im wesentlichen die gleiche Ausbildung der Kiefer haben, unter die Gift bereitenden Tiere zu rechnen wären.

Als Anhang des Gehirns, das für *Hyalinoecia tubicola* von Pruvot (84) eingehend behandelt wurde, findet sich in der Falte zwischen Kopf- und Mundsegment ein Nackenorgan (Nackenwulst oder -wülste, Ehlers), das schon bei einer großen Anzahl von polychaeten Anneliden nachgewiesen wurde. Bei den vorliegenden *Onuphiden* verläuft es als ein flaches, stark bewimpertes Band von geringer Breite unterhalb des hinteren Kopflappenrandes. Es beginnt hinten außen von dem einen Auge und zieht sich im Bogen um den unpaaren Fühler herum, hinter dem es auf eine kurze Strecke von 40 bis 50 μ unterbrochen ist, nach der äußeren Seite des anderen Auges. Da bei dem in Alkohol konservierten Material die Falte zwischen Kopf- und Mundsegment ziemlich weit von dem Vorderrande des Mundsegmentes überragt wird, — ein Zustand, der einer energischen Schutzstellung des lebenden Tieres entsprechen dürfte — so konnte ich die genaue Lage des Organs nur an Schnitten feststellen.

Ein Schnitt senkrecht zur Längsachse des Organs ergibt ein Bild, wie es in der beigefügten Textfigur 4 wiedergegeben ist:

Nahe der tiefsten Stelle der Falte liegt mit der Oberschlundganglienmasse in Verbindung stehend ein fast elliptischer Komplex langgestreckter, fadenförmiger Zellen mit länglich spindelförmigen Kernen (KO) am Grunde. Der obere, der Cuticula zugewandte Teil der Zellen besteht nur aus Protoplasma, ohne irgend welche Einschlüsse. Jede dieser Zellen setzt sich vermittels eines feinen Kanals durch die Cuticula in eine Anzahl Geißeln (W) fort. Wieviele Geißeln einer jeden Zelle zuzurechnen sind, konnte ich nicht ermitteln, da die ganze Masse der Geißeln durch Verunreinigungen teilweise zusammengeklebt war. Am Grunde des Organs tritt ein Teil der

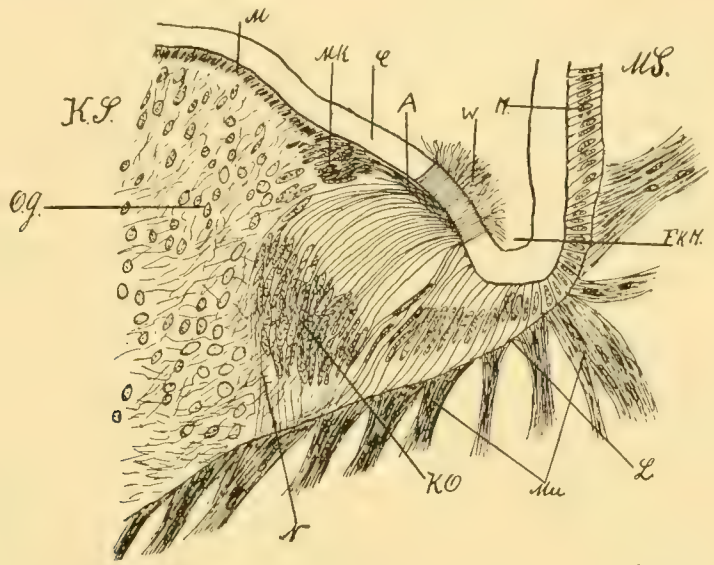


Fig. 4. Querschnitt durch das Nackenorgan von *Onuphis conchylega*. KS = Kopfsegment. MS = Mundsegment. FKM = Falte zwischen beiden. KO = Kerne des Nackenorgans. W = Wimpern. OG = hinterster Teil des Oberschlundganglions. N = Nervenfasern nach dem Nackenorgan. M = Matrixzellen der Cuticula C. MK = zur Seite geschobene Matrixzellen. A = feine Ausläufer derselben. L = Stützlamelle der Muskulatur Mn. Zeiß Obj. D. Occ. 4.

Zellen mit der Lamelle (L), die das Oberschlundganglion (OG) gegen den übrigen Körper abschließt, der größere Teil aber mit großen Ganglienzellen durch feine Nervenfasern (N) in direkte Verbindung. Diese Tatsache ist als hauptsächlichster Beweis dafür anzusehen, daß wir es mit einem Sinnesorgan zu tun haben. Oralwärts von der Durchtrittsstelle der Geißeln liegt eine Anzahl zur Seite gedrängter Kerne und bedingt eine mehrschichtige Hypodermis (MK), die durch feine Ausläufer (A) mit der Cuticula über dem Nackenorgan in Verbindung steht. Die Cuticula wird also an dieser Stelle ebenso wie am ganzen Körper von einer besonderen Matrix, nicht aber von Zellen des Organes gebildet.

Die Beschreibung ist wie beigefügte Textfigur nach Präparaten von *Onuphis conchylega* gegeben. Die Befunde bestätigten sich in gleicher Weise bei *Hyalinoecia tubicola* und *Onuphis quadricuspis*.

Bei seiner weiten Verbreitung bei fast allen polychäten Anneliden — es wurde bis jetzt gefunden bei *Euniciden, Nereiden, Phyllodociden, Syllideen, Polyophtalmiden, Typhloscoleciden, Sabelliden (?), Cirratuliden, Capitelliden* und *Maldaniden,* sowie bei einigen *Oligochaeten* und *Archanneliden* — ist das Wimperorgan in sehr verschiedener Weise ausgebildet. Die für *Onuphiden* soeben beschriebene Form scheint anatomisch die einfachste zu sein, von der es Übergänge in Gestalt von wimpernden Gruben und Höckern zu den ein- und ausstülpbaren, kleinen, bewimperten Tentakeln der *Capitelliden* gibt (Eisig [30]).

Obwohl das Organ so häufig gefunden wurde, ist bis jetzt noch keine endgültige, allgemein anerkannte Erklärung seiner Funktion gegeben. Wahrscheinlich handelt es sich um ein chemische Reize, die von riechenden Stoffen ausgehen, aufnehmendes Organ. Um diese Frage endgültig zu entscheiden, wären dahinzielende Experimente an lebenden Tieren anzustellen.

Im folgenden habe ich möglichst vollständig die bisher erschienenen Ansichten der verschiedensten Autoren in chronologischer Reihenfolge zusammengestellt, wobei ein Teil der Zitate fide Eisig (30) S. 703 bis 705 angeführt ist.

Den ältesten Deutungsversuch finden wir bei Quatrefages (85) S. 14, der die beiden Teile des Nackenorgans als Räderorgane ansieht, „die ähnlich wie bei den Rotatorien Strömungen hervorrufen und kleine Nährtiere dem Munde zustrudeln."

Keferstein (64) S. 124 bezeichnet sie bei *Notomastus* als Fühler und vergleicht sie mit den Tentakeln einer Schnecke.

Ehlers (16) nennt sie auf S. 270: „. . . . Nackenwülste, welche . . . . wegen ihres Zusammenhanges mit dem Hirn als Sinnesorgane zu betrachten sind."

F. Vejdovsky (98) S. 507 gibt als erster folgende Begründung für die Funktion als Riechorgan: „1. Es sind epitheliale Epiblastverdickungen, die mit Flimmerhaaren besetzt sind. 2. Das Medium, in dem die Wimpern schlagen, ist von sich selbst feucht und schließlich 3. stehen die Kopfgruben durch feine Nervenfasern mit dem Kopfganglion in Verbindung."

E. Meyer (75) S. 796 meint in Widerlegung der Ansicht Quatrefages', daß die Wimperorgane Sinnesorgane darstellen, „die etwa nach Analogie der Riechorgane höherer Tiere fungieren können."

W. Fischer (37) S. 271: „Indessen habe ich vom Gehirn von *Capitella capitata* nach ihnen (den Wimperorganen) abgehende Nervenzweige beobachten können und spreche sie demgemäß als Tastorgane an."

N. Kleinenberg (66) S. 61, 63, 70 führt die Wimperorgane von *Lopadorhynchus* schlechthin als „Geruchsorgane" auf.

H. Eisig (30): Abgesehen von Quatrefages' und Kefersteins Ansicht „ergibt sich, daß die Wimperorgane in übereinstimmender Weise als Sinnesorgane und zwar diejenigen der Anneliden als Geruchsorgane gedeutet werden. Und dieser Auffassung schließe ich mich an." Und zwar tut er das gestützt auf den negativen Beweis, daß Seh-, Gehör-, Geschmacks- und Tastwerkzeugen entsprechende Organe vorhanden sind, nicht aber Geruchsorgane.

Gegen diese Beweisführung wendet sich Malaquin (71) S. 477, da er es in keiner Weise erwiesen ansieht, daß das fragliche Organ ein Riechorgan sein soll, und wirft seinerseits die

Frage auf: „L'organe de la nucque ne serait-il pas chargé de percevoir les ondes liquides produites par un mouvement étranger?"

Racovitza (86) S. 256 u. 257 zweifelt Malaquins Ansicht wieder stark an mit den Worten: „comment un organe dont les cils produisent un courrant d'eau continuel à la surface, peut-il enrégistrer les ondes liquides produites par les mouvements étrangers?" usw. Dagegen scheint auch ihm die Funktion als Riechorgan viel wahrscheinlicher: 1. aus dem von Eisig angeführten Grunde, 2. „cet organe possède des cellules vibratiles, des cellules glandulaires et des cellules nerveuses ressemblent tout-à-fait aux éléments analogues aux épithéliums olfactives des animaux supérieurs."

M. Ch. Gravier (43) stimmt teilweise der Ansicht von Eisig zu, indem er auf S. 785 schreibt: „. . . cet organe nucal, dont la fonction reste énigmatique, qui joue peut-être un rôle dans l'olfaction ainsi que Ed. Meyer l'a suggéré le premier, dès 1882."

In neuester Zeit ergriff nochmals H. Eisig (31) S. 123 das Wort zu dieser Frage, wie folgt: „Die auch von mir (30) vertretene Ansicht, daß die Wimperorgane Riechorgane oder nach der objektiveren Nomenklatur Beers, Bethes und Üxkülls (Zool. Anz. Bd. 22, 1899, S. 280) besser Chemoreceptoren und zwar Stiboreceptoren darstellen, scheint sich einzubürgern."

In dem Aufsatze über Anneliden von F. Hempelmann und R. Woltereck (50) werden sie im allgemeineren Sinne als chemische Sinnesorgane bezeichnet, und zwar auf S. 431: „Hinter dem Kopflappen vieler Chaetopoden . . . . ist die Haut rechts und links grubenförmig eingesenkt und mit Flimmerepithel ausgestattet und bildet so wahrscheinlich chemische Reize aufnehmende Flimmergruben (Nackenorgane)." Sowie auf S. 432 unter „Sinnesorgane": „Chemische Sinnesorgane sind ferner die erwähnten Flimmergruben der Polychäten, die bei manchen *(Opheliidae, Capitellidae)* ausgestülpt werden können."

Zur Eibildung der Onuphiden.

In Übereinstimmung mit einer ganzen Anzahl polychäter Anneliden und Arthropoden, besonders Crustaceen, finden wir bei den *Onuphiden* eine nutrimentäre, oder nach Korschelt und Heider (67) spezieller abortive Eibildung. Denn an den frei in der Leibeshöhle schwimmenden Eiern hängen Gruppen von kleinen Zellen, die, untereinander gleichartig ausgebildet, als Nährzellen angesehen werden, und, wie wir sehen werden, als abortive Eier gedeutet werden müssen. Eingehende Studien über diese Verhältnisse bei den *Onuphiden* liegen bisher nur für *Hyalinoecia tubicola* von Bergmann (6) vor. Im folgenden sind die entsprechenden Erscheinungen bei der nahe verwandten *Onuphis conchylega* behandelt. Wegen der Literatur über andere Annelidenarten, bei denen Begleitzellen an den Eiern beschrieben sind, verweise ich auf die Zusammenstellung am Eingang der Bergmannschen Arbeit S. 279 und 280. Aus der Zeit nach 1903 wurde mir nur noch die Abhandlung von C. Dons (14) S. 371 bis 389 über die Entwicklung des Eies von *Tomopteris helgolandica,* Greeff bekannt, die eine Ergänzung der bei Bergmann zitierten Fullartonschen Arbeit bildet.

Im allgemeinen Aussehen sind die Eier mit ihren Anhängen (siehe Tafel I Figur 1—7) der von mir untersuchten *Onuphis conchylega* denen der *Hyalinoecia tubicola* sehr ähnlich. Doch fand ich zahlreiche wesentliche Abweichungen in ihrer Bildung und Entwicklung.

Die Bildungsstätte der Keimzellen haben wir bei *Onuphis conchylega* an dem rechten und linken Seitenaste des ventralen Gefäßes zu suchen nahe der Stelle, wo er sich vor seinem Eintritt in das Parapodium in mehrere Teile verzweigt (siehe Textfigur 5 B.K.). Hier liegt bei größeren Tieren meist vom 21. bis 70., bei kleineren oft schon vom 14. oder 15. Segment an auf beiden Seiten eine starke Anhäufung von teils länglichen, teils runden Zellkernen (Tafel I, Fig. 11 und 12). Unter den runden lassen sich je nach dem Grade der Entwicklung wieder mehrere

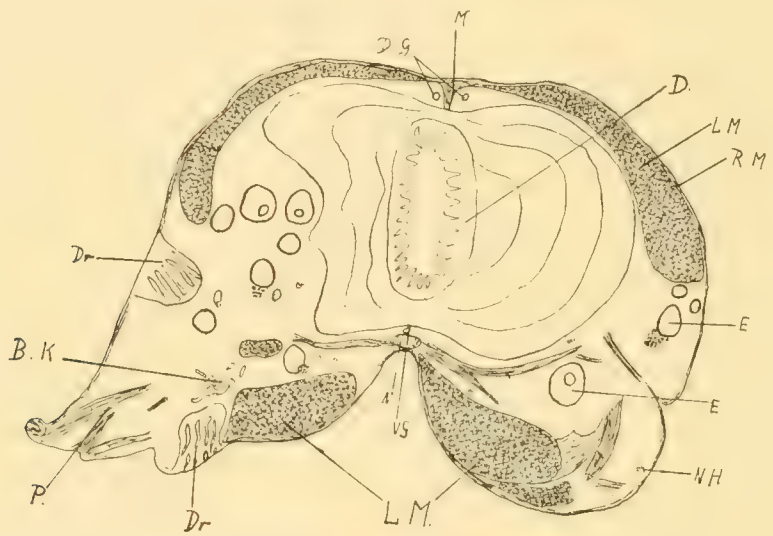


Fig. 5. Querschnitt durch die Mitte des Körpers von *Onuphis conchylega* ♀. Halbschematisch. LM = Längsmuskulatur. RM = Ringmuskulatur. M = Mesenterium. D = Darm mit segmentaler Erweiterung. E = Eier. NH = Nährzellhaufen. BK = Blutgefäß mit Keimlager. N = Bauchmark. DG = Dorsalgefäße. VG = Ventralgefäß. 30:1.

Stadien unterscheiden. Auf Tafel I Fig. 12 ist die in Frage kommende Stelle bei starker Vergrößerung wiedergegeben, die auf dem Querschnittsbild (Textfig. 5) mit B. K. (Blutgefäß mit Keimlager) bezeichnet ist. Es fallen zuerst die tief dunklen Kerne zweier Paketchen (a) ins Auge, wie sie auch bei den jüngsten im Coelom schwimmenden Zellhaufen beobachtet werden. Diese beiden Paketchen stehen soeben im Begriff, sich los zu lösen, sind also als die ältesten Teile des Keimlagers anzusehen. In ihnen hat sich das Chromatin sehr stark zusammengeballt und erfüllt fast den ganzen Kern. Als nächst jüngeres Stadium ist das mit b bezeichnete zu betrachten. Die Kerne sind etwas größer als die eben beschriebenen und ihr Chromatin ist noch über den ganzen Kern lose verteilt. Im Stadium c sind die feinen Chromatinkörnchen peripher angeordnet, doch ist hier schon die Gestalt des Paketchens so weit ausgebildet, daß, wie bei den vorher behandelten, Follikelkerne (F. K.) zu erkennen sind. Die jüngsten Stadien sehen wir in d. An diesen Stellen ist das Chromatin so fein verteilt, daß die Kerne heller erscheinen, als das

umgebende Plasma, das hier dichter als an den übrigen Teilen des Keimlagers ist (cf. Taf. I Fig. 12).

Wie bei vielen anderen Tieren ist auch hier die Tatsache festzustellen, daß die Kerne der Keimzellen bis zu einem gewissen Grade der Ausbildung an Größe zunehmen und sich dann unter Verdichten des Chromatins wieder verkleinern. Die vom Keimlager gelösten Paketchen umgeben sich bald mit einer feinen Haut, die wahrscheinlich von den Follikelzellen gebildet wird. Die Zellhaufen schwimmen dann frei in der Leibeshöhle, in deren sämtlichen Teilen sie anzutreffen sind, in Form von kleinen Kugeln, länglichen Ellipsoiden oder Spindeln mit wandständigen Kernen und einer zentralen Plasmamasse.

Es ist sehr auffallend, daß die Bildung der Eier bei *Onuphis conchylega* an einer anderen Stelle des Coeloms der einzelnen Segmente stattfindet, als bei der, wie schon betont, sehr nahe stehenden *Hyalinoecia tubicola,* bei der Bergmann die Keimlager oft recht zahlreich an den Dissipimenten fand. Ich beobachtete unter den vielen untersuchten Schnitten nur ein einziges Mal ein Bild, das dem von Bergmann auf Tafel 17 Fig. 1 entspricht. Doch glaube ich nicht fehl zu gehen in der Annahme, daß es sich in dem bei *Onuphis conchylega* beobachteten Falle um ein sehr junges vom Keimlager schon gelöstes Zellpaket handelt, das durch irgend welche mechanische Ursachen an das Dissipiment angepreßt wurde. Diese Vermutung stützt sich auch auf die Tatsache, daß ein gleiches Bild in einem anderen Segment des nämlichen Tieres an der Darmwand zu bemerken war.

An dieser Stelle möchte ich es nicht unterlassen, auf die Ergebnisse der Studien Vejdovskys (99) über Entstehung des Keimepithels hinzuweisen. Nach den in Rede stehenden Untersuchungen ist festzustellen, daß die Urgeschlechtszellen schon lange vor der Bildung des Peritoneums angelegt sind und demnach nicht aus diesem entstehen können. Ob die Follikelbildung um die Paketchen im vorliegenden Falle auf das peritoneale Epithel oder auf „umgebildete, äußerlich gelagerte Gonocyten" (Vejdovsky, S. 6) zurückzuführen ist, ließ sich nicht sicher feststellen, wie ich schon oben ausgeführt habe.

In den Zellkernen der jüngsten Haufen ist das Chromatin noch vollkommen gleichmäßig verteilt, so daß sie auch trotz genauer Differenzierung der Hämateinfärbung einförmig dunkel erscheinen. In diesem Stadium (Figur 1) kommen durchschnittlich 45 Kerne auf ein Paket, doch sind Abweichungen von dieser Zahl nicht selten, so daß mitunter nur 31, 25, ja sogar 18 Kerne beobachtet werden können. Eine Einschnürung in der Mitte des spindelförmigen Paketes und infolge davon ein Zerfallen in zwei gleich große Teilhaufen, wie dies bei *Hyalinoecia tubicola* von Bergmann beobachtet wurde, kann ich für unsere Art nicht bestätigen.

Als nächstes Stadium ist das anzusehen, in dem unter geringer Zunahme des Kernvolumens das Chromatin sich in ein Fadenknäuel auflöst. Bald nach der Differenzierung der Chromatinfäden vergrößert sich eine, in der Regel an dem einen Ende der Spindel liegende Zelle stärker als ihre Schwesterzellen (Figur 2). Ihr Kern nimmt gleichfalls an Ausdehnung zu, wobei sich das Chromatin in kleinen Kügelchen peripher anordnet bis auf einen Nucleolus, der ins Innere des so entstandenen Keimbläschens zu liegen kommt. Das Plasma des jungen Eies, denn zu einem solchen ist die Zelle geworden, wird entsprechend der Größenzunahme körniger

durch Ablagerung von Dottermaterial, und zwar tritt diese am stärksten an der dem Zellhaufen abgewandten Seite auf. Anfangs bleibt das junge Ei noch von der Haut, die das Paket umgibt, eingeschlossen, doch wird sie durch das starke Wachstum der Keimzelle wahrscheinlich gesprengt und dient in den späteren Wachstumsperioden nur noch als Hülle der Nährzellen. Erst bei beginnender Differenzierung des Eies selbst sind an den Nährzellen Zellteilungen zu bemerken. Durch Zählen der Nährzellen in den verschiedenen Entwicklungsstadien, wofür ich genauere Resultate weiter unten angefügt habe, wurde es wahrscheinlich, daß sich jede Begleitzelle nach der Loslösung vom Keimlager nur noch einmal teilt. Denn am Ende der Entwicklung hat sich ihre Zahl in einem Paket höchstens verdoppelt. Mehrfache Teilungen müßten aber eine Verdrei- und Vervierfachung ihrer Zahl bedingen, oder die überschüssige Menge müßte durch Teilungen des ganzen Paketes abgestoßen werden, um neue Nährzellhaufen zu bilden. Doch stehen den beiden letzten Annahmen die Resultate der Beobachtungen entgegen.

Während das Ei allmählich wächst, bis es ungefähr so groß ist wie die Summe seiner Begleitzellen, hat sich die Zahl der Nährzellen auf ungefähr 58 bis 60 erhöht, zuweilen sogar bis auf 65 und 72. Paketchen, die anfangs sehr klein waren (s. o.), haben entsprechend weniger, mitunter nur 38 oder 40 Nährzellen. Die Zellgrenzen sind an meinen Präparaten in diesem und den vorhergehenden Stadien kaum zu erkennen, erst in viel weiter entwickeltem Zustand werden sie deutlicher (Fig. 6 und 7).

Das Ei, dessen Wachstum wir verfolgt hatten, bis es die Größe des ganzen Paketes erreicht hatte, entbehrte bis jetzt, abgesehen von dem Follikelepithel, einer eigenen deutlich nachweisbaren Hülle. Nun umgibt es sich mit einer Haut, die als ganz feine Schicht angelegt, immer dicker wird, je mehr das Ei wächst. Es ist dies die häufig bei Eiern beobachtete Dotterhaut. Sie färbt sich leicht mit Eosin und umgibt das Ei auf allen Seiten auch nach den Nährzellen zu in gleicher Stärke. Infolge periodischer Ablagerung läßt sie eine geschichtete Struktur erkennen. Diese Beobachtung ist eine Bestätigung des Resultats der Untersuchungen Bergmanns über die Zona radiata (l. c. S. 284). Nach den Studien von Drasche (15) bleibt diese Dotterhaut bei vielen polychäten Anneliden als Cuticula auch beim erwachsenen Tier erhalten. Ihre Substanz muß also eine chitinige Beschaffenheit haben. Auf der Oberfläche der Dotterhaut beobachtet man sehr zahlreiche, halbkugelige Vertiefungen in sehr regelmäßiger Verteilung, die vollkommen den von Bergmann auf Tafel 17, Figur 17 bis 19 gegebenen Abbildungen entsprechen. Reife Eier haben, wenn sie ganz frei in der Coelomflüssigkeit schweben, fast kugelige Gestalt, nur an der Stelle, wo die Nährzellen ansaßen, bemerkt man eine flache, runde Einsenkung. Bei dem lebenden Tier muß die Zona radiata sehr weich sein, da die Eier, durch gegenseitigen oder Muskeldruck gepreßt, ganz irreguläre Formen annehmen; besonders zwischen Darm und Längsmuskulatur werden sie häufig fast zu Platten ausgewalzt, wodurch auch die Gestalt des Keimbläschens nicht unwesentlich verändert wird.

Das Innere des Eies ist angefüllt mit schaumigem Protoplasma, dem größere und kleinere, meist runde Dotterbrocken, insbesondere an der freien, den Nährzellen abgewandten Seite reichlich eingelagert sind. Leider erlaubte es der Erhaltungszustand des Materials nicht, nähere Angaben über die Plasmaverteilung unmittelbar unter der Dotterhaut zu machen, was natürlich

für die Art der Bildung dieser Hülle wichtig zu wissen wäre. Soviel zu erkennen war, ist das Plasma an dieser Stelle meist sehr feinmaschig, während die Maschen nach dem Keimfleck hin weiter werden, um sich unmittelbar um diesen herum wieder stark zu verdichten. Bei anderen Exemplaren erschien das Bild dagegen zuweilen gerade umgekehrt. Ich verweise daher auf Bergmann (l. c. S. 283), der diese Verhältnisse bei *Hyalinoecia tubicola* sehr gut beobachten konnte.

Eingebettet in das Protoplasma liegt das große Keimbläschen (K), dessen Substanz äußerst feinkörnig ist. Eingelagert ist das Chromatin und zwar in jugendlichen Entwicklungsstadien in Form eines Nucleolus und einer Anzahl peripher gelagerter, meist runder Brocken. Später zerfällt der Nucleolus und die Teilstücke vermehren diese Brocken (Taf. I Fig. 7 Nu R).

In den Kernen der Nährzellen bleibt das Chromatin noch längere Zeit, nachdem das Ei schon wesentlich größer ist als der Haufen, in ein Fadenknäuel gesondert. Erst wenn sie ihre endgültige Größe erreicht haben, ballt sich das Chromatin in der Mitte des Kernes zusammen (Fig. 7). Im Gegensatz zu den Beobachtungen Bergmanns an *Hyalinoecia tubicola* ist an *Onuphis conchylega* zu bemerken, daß sowohl die Zahl als das Volumen der Nährzellen auch noch, nachdem das Ei größer ist als die Gruppe seiner Begleitzellen, zunimmt. Dieses lehrt die direkte Anschauung, jenes wird durch ein Vergleichen der Anzahl der Nährzellen eines Eies in den verschiedenen Entwicklungsstadien erkannt. Als das Ei noch nicht differenziert war, fanden wir bei einer großen Menge Zählungen im Mittel 45 Nährzellen, im Extrem 18 und 62, bei kleinen Eiern 50, als Grenzwerte 38 und 65. Hat das Ei die Größe des Zellhaufens erreicht oder eben überschritten, so zählen wir 54 bzw. 38 und 69, und kurz vor der Abstoßung der Begleitzellen 76 als Mittelwert, sowie 58 und 93 als Grenzwerte nach oben und unten. Diese extremen Werte sind nach Möglichkeit Schnittserien von ein und demselben Individuum entnommen. Über das weitere Schicksal der Nährzellen ist nur wenig zu sagen. Hat das Ei seine endgültige Größe erreicht, so daß es der Nährzellen nicht mehr bedarf, so treten an diesen Degenerationserscheinungen auf, wobei der Kern seine regelmäßige Gestalt verliert und sich allmählich aufzulösen scheint. Gleichzeitig schwindet der Zusammenhang zwischen Begleitzellen und Ei, der schon längere Zeit sehr lose war, ganz. Der Haufe wird dann wahrscheinlich von der Coelomflüssigkeit resorbiert. Wie lose der Zusammenhalt von Ei und Haufe in späteren Stadien der Entwicklung ist, erhellt aus der Tatsache, daß durch leichten Druck an Totalpräparaten sich Ei und Begleitzellen voneinander lösen. Die Degeneration muß schnell vor sich gehen; denn an Objekten, die sehr viele reife Eier ohne Nährzellen, daneben aber auch noch jüngere Entwicklungsphasen enthielten, waren nie abgestoßene Haufen zu finden.

Eine sehr interessante Frage ist nun die, ob in dem kleinen, soeben vom Keimlager gelösten Zellhaufen nur eine Zelle zum Ei prädestiniert ist, oder ob jede beliebige Zelle durch irgendwelche günstige äußere Bedingungen zum Ei werden kann. Über die Ansichten der verschiedenen Autoren, die dieses Thema bis zum Jahre 1902 behandelt haben, verweise ich auf das Lehrbuch von Korschelt und Heider (67), wo auf S. 348 bis 353 die entsprechenden Angaben zu finden sind. Aus der Zeit nach 1902 zitiere ich die beiden schon berührten Arbeiten von Bergmann (6) und von C. Dons (14). Jener geht auf die Frage leider nicht ein, und dieser glaubt für die von ihm behandelte *Tomopteris helgolandica* Greeff keine befriedigende Ant-

wort geben zu können. Als Nebenursache soll nach seiner Ansicht die gegenseitige Lage der acht Zellen eines Paketes im Ovarium auf die Entwicklung des Eies wirksam sein. Es soll die Zelle zum Ei werden, die am nächsten der Nährlösung der Leibeshöhlenflüssigkeit liegt. Hiermit hält er es m. E. für möglich, daß jede Zelle des Haufens die Vorbedingungen enthält, die zur Entwicklung eines Eies erforderlich sind. Daß die Nährzellen abortive Eier sind, geht aus der auch von mir beobachteten Tatsache hervor, daß nicht selten in jüngeren Entwicklungsstadien Zellhaufen mit zwei Eiern angetroffen werden. Häufig sind beide gleich groß (Fig. 8 und 9). Dem Einwurf, sie könnten durch Teilung eines Eies entstanden sein, ist entgegenzuhalten, daß nie irgendwelche Vorgänge im Kern zu bemerken waren, die auf eine Teilung schließen ließen, und daß ferner die beiden Eier oft an ganz entgegengesetzten Enden des Haufens liegen. Überdies findet man auch doppelte Eibildung, bei der die eine Keimzelle viel kleiner ist als die andere (Figur 10), sich also wesentlich später differenziert haben muß. Später scheint dann eines der beiden gleich großen bzw. das kleinere verschieden großer Eier zurückgebildet zu werden zugunsten des anderen, da bei fortgeschritteneren Stadien nie doppelte Eibildung zu verzeichnen war. Auch Dons (14) hat bei seinen Untersuchungen Zwillingsbildungen beobachtet, doch ist bei *Tomopteris* dieser Zustand durch das Aneinanderlegen zweier Zellhaufen zu erklären, weshalb in diesem Falle immer die doppelte Anzahl von Begleitzellen angetroffen wird. Dagegen bedingt bei *Onuphis conchylega* das Auftreten von zwei Eiern keine Erhöhung der Zahl der Nährzellen. Es kann also das zweite Ei nur aus einer Nährzelle entstanden sein. Es erscheint mir auch sehr wesentlich, daß vor dem Beginn der Differenzierung alle Zellen eines Haufens sich vollkommen gleichen.

Vorgänge in den Eiern, die auf den Beginn von Reifeteilungen im Ei schließen lassen, waren bei den benutzten Serien auch nach Abstoßung der Nährzellen nicht zu beobachten.

Da auch bei Tieren, die schon viele fertige Eier enthielten, keine in den Nephridien zu finden waren, so ist anzunehmen, daß die sämtlichen Eier auf einmal und zwar erst, wenn alle herangewachsen sind, ausgestoßen werden.

Mangels geeigneten Materials an Weibchen in der Geschlechtsperiode kann ich keine Angaben über die entsprechenden Verhältnisse bei *Onuphis quadricuspis* machen. Nur bei einer Schnittserie war ein Keimlager an dem ventralen Parapodialgefäß zu finden, eine Differenzierung in Paketchen, die in Analogie zu den beiden anderen Arten ja zu vermuten sind, war aber noch nicht eingetreten.

Die männlichen Geschlechtsprodukte entstehen an der gleichen Stelle des Körpers wie die weiblichen. An dem Ast des Ventralgefäßes, der zum Parapodium führt, bemerkt man eine starke Anhäufung von Zellen mit großen Kernen, deren Chromatin, ähnlich wie wir es bei den weiblichen Tieren fanden, sehr fein verteilt ist. Eine Anzahl solcher Zellen löst sich als kleines Paketchen von dem Keimlager ab und schwimmt frei in der Leibeshöhle. Die Zellen des Haufens hängen dicht aneinander, ohne von einer besonderen Hülle mit Follikelkernen umgeben zu sein. Nach der Loslösung bildet das Chromatin ein Fadenknäuel und durch Kernteilungen vermehrt sich die Zahl der Zellen schnell; dabei werden sie immer kleiner. Ist die den Spermien eigentümliche Größe erreicht, so lösen sich die Paketchen auf und man findet in großen Massen die

freien Spermien, von denen bei dem in Alkohol konserviertem Material nur die rundlichen Kerne zu erkennen sind.

Eine eigentümliche Erscheinung an der Darmwand der geschlechtsreifen männlichen Individuen möchte ich nicht unerwähnt lassen. Einige Zeit vor der Entleerung der Geschlechtsprodukte sind die spermienerzeugenden Segmente mit großen Mengen von Geschlechtszellen dicht angefüllt, die in alle Teile des Coeloms bis in die äußersten Höhlen der Parapodien eindringen. Zuletzt wird die Menge so groß, daß der zur Verfügung stehende Raum nicht mehr ausreicht. Dem hierdurch auf die Wände des Coeloms ausgeübten Druck kann die Darmwand als die schwächste nicht standhalten, und es bildet sich eine Vorwölbung in das Darmlumen. Die Dissipimente sind wohl schwächer, doch lastet auf beiden Seiten ungefähr der gleiche Druck, so daß an ihnen keine wesentlichen Formveränderungen entstehen. Die Textfigur 6 zeigt einen solchen Fall nach einem frontalen Längsschnitt durch den Mittelkörper von *Onuphis conchylega*. Wir sehen darauf drei vollständige Segmente abgebildet, die in der frontalen Mittelebene des Tieres getroffen sind. Im hintersten Segment (H) ist der Darm (D) mit seinen segmentalen Erweiterungen vollkommen normal ausgebildet. Das mittlere (M) dagegen zeigt auf beiden Seiten unregelmäßige Bildungen. Auf der rechten Seite ist zwar noch ein Ansatz zur normalen Ausbildung vorhanden, daneben aber eine Vorwölbung der Wand in das Lumen des Darmes bemerkbar, ohne daß an den Zellen der Darmwand eine Verzerrung wahrnehmbar wäre. Anders liegen dagegen die Verhältnisse auf der linken Seite. Hier ist ein großer Teil des Darmlumens von einem blasigen Gebilde erfüllt (E. S.), das mit dem Coelom durch einen engen, dorsoventral verlaufenden Spalt in Zusammenhang steht. Im Innern ist das Gebilde wie das ganze Coelom mit Geschlechtsprodukten (Sp.) erfüllt. Die gewaltsame Bildung dieser Einstülpung ist aus der Verzerrung der Darmepithelzellen an dieser Stelle zu erkennen. Denn während sie sonst, wie in der Figur angedeutet, senkrecht zur Muskulatur der Darmwand (D. W.) stehen, sind sie hier in die Länge gezerrt und schief gestellt, wodurch die Wand ziemlich dünn wird. Das vorderste Segment (V.) ist, wie ersichtlich, wieder ungefähr normal ausgebildet.

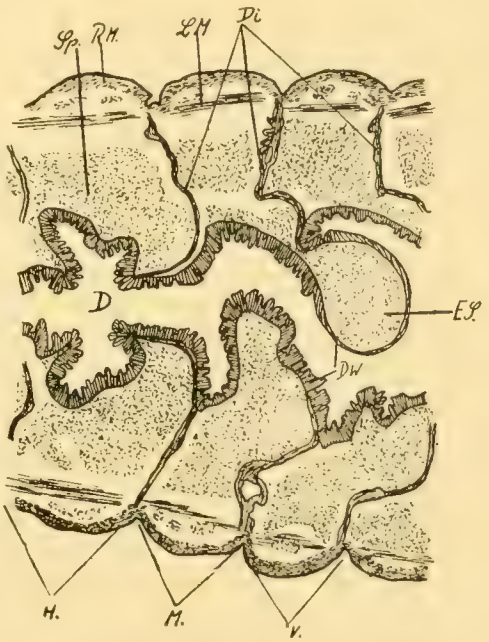


Fig. 6. Frontalschnitt durch die Mitte einer ♂ *Onuphis conchylega* mit Darmeinstülpung. ES = Einstülpung. D = Darmlumen. Sp = Spermienmassen. RM = Ringmuskulatur. LM = Längsmuskulatur. Di = Dissipimente. DW = Darmwand. H. M. V. = hinteres, mittleres und vorderes Segment. Vergr. 20:1.

Die beschriebene Bildung ist von mir bei sämtlichen untersuchten reichlich mit Spermien erfüllten männlichen Exemplaren von *Onuphis conchylega* und *Hyalinoecia tubicola* beobachtet

worden, wenn auch nicht in jedem Segment, wie aus der Figur hervorgeht. Das Coelom der untersuchten Männchen von *Onuphis quadricuspis* war nie in nur annähernd gleicher Stärke mit Sperma erfüllt und zeigte deshalb ebensowenig wie die weiblichen Tiere das beschriebene Gebilde.

Es liegt natürlich die Vermutung nahe, daß die Vorstülpung erst während des Abtötens und Konservierens entstanden ist, da sich die Tiere in diesem Augenblick stark zusammenziehen und durch diesen Druck die Darmwand eingestülpt werden kann. Aber bei einer so gewaltsamen Spannung müßten die Zellwände zerreißen, besonders da das Eiweiß im Protoplasma bei der Konservierung in Alkohol oder Sublimatalkohol sofort koaguliert. Eine so allmähliche Veränderung des Durchmessers der Zellen, wie sie im Präparat an der Ausstülpung zu beachten ist, und ich sie auch auf der Textzeichnung angedeutet habe, muß das Ergebnis eines längere Zeit wirkenden Druckes sein. Bei Zugrundelegung der Erklärung durch Überdruck infolge sehr starker Spermienbildung muß man wohl annehmen, daß die Veränderung am Darm sich nach Entleerung der Spermien durch die Nephridien wieder zurückbildet. — Zu der Figur ist noch zu bemerken, daß durch Schrumpfungen beim Konservieren in Alkohol einige Teile des Coeloms von Sperma entblößt erscheinen.

Faunistische Bemerkungen.

Das vorliegende Material der Onuphiden verteilt sich auf die einzelnen Stationen der Poseidonfahrten wie folgt:

Onuphis conchylega.

Jahr	Monat	Station	Tiefe	Meeresboden	Fundort n. Br.	Fundort ö. L.	Anzahl
1902	IV	N. 11	60	Sand, z. T. grob	57° 11'	7° 47'	1
„	VIII	N. 6	102	f. Sand, Schlick	57° 55'	4° 45'	5
„	„	N. 11	67	Sand, z. T. grob	57° 11'	7° 47'	3
„	XI	N. 6	96,5	f. Sand, Schlick	57° 55'	4° 45'	7
1903	V	N. 6	104	„ „	57° 55'	4° 45'	1
„	VIII	N. 4	86	„ „	56° 41'	2° 15'	6
„	„	N. 5	63	f. Sand	57° 24'	3° 41'	3
1904	VII	St. 29	134	f. Sand, Schlick	58° 0'	1° 10'	1
„	„	„ 32	80	„ Schalentrümmer	57° 39,5'	4° 12'	2
„	„	„ 33	103	„ „	57° 41'	5° 18'	23
„	„	„ 34	103	„ „	57° 25'	7° 57'	7
„	„	„ 47	85	f. Sand, Schlick	56° 21'	1° 48'	5
1905	VI	„ 40	182	„ Schalentrümmer	61° 9'	2° 21'	16
„	„	„ 42	190	f. Sand	61° 30'	0° 10' w.	1
„	„	„ 35	63	„ Schlick	57° 50'	3° 35' ö.	1
1906	III	N. 7	306	Schlick	58° 10'	5° 12'	1
„	IV	St. 21	89		57° 25'	5° 25'	4

Jahr	Monat	Station	Tiefe	Meeresboden	Fundort n. Br.	Fundort ö. L.	Anzahl
1907	XI	N. 10	210	Schlick	57° 32'	7° 36'	
„	„	N. 11	67	grob. Sand	57° 17'	7° 47'	6*)
„	„	N. 12	30	„ „	57° 0'	8° 3'	
1908	II	N. 18	103	rein. Sand	58° 48'	3° 15'	10
„	V	N. 16	240	Sand, Schlick	59° 3'	4° 55'	5
1911	VI	N. 6	102	Sand, Schlick	57° 55'	4° 45'	35
1912	IX	N. 11	117	f. Sand	58° 54'	2° 17'	1
		St. 70					1
		N. 18	103	rein. Sand	58° 48'	3° 15'	3
				Onuphis quadricuspis.			
1902	VIII	N. 8	325	tonig. Schlick	58° 22'	5° 31'	15
„	XI	N. 8	335	„ „	58° 22'	5° 31'	5
1903	V	N. 9	445	Ton	57° 52'	7° 20'	11
„	„	N. 10	213	Schlick	57° 32'	7° 36'	1
„	XI	N. 7	276	„	58° 10'	5° 12'	3
1904	V	N. 10	214	„	57° 32'	7° 36'	1
1908	II	N. 16	240	„	59° 3'	4° 55'	2
1912	IX	No. 10	247	„	59° 4'	5° 3'	23
				Hyalinoecia tubicola.			
1902	VIII	N. 11	64	Sand, z. T. grob	57° 17'	7° 47'	2
1903	V	N. 10	213	Schlick	57° 32'	7° 36'	1 Röhre
1904	„	N. 10	219	„	57° 32'	7° 36'	1 „
„	VII	St. 30	100	schlickiger Sand	58° 33,5'	1° 55'	2
1905	V	N. 6	104	„ „	57° 55'	4° 45'	2 Röhren
„	VI	St. 40	182	f. Sand, Schalentrümmer	61° 10'	2° 20'	20
„	VII	„ 49	111	f. Sand, Schlick	58° 41'	1° 18'	2
1911	VI	N. 7	300	Schlick	58° 10'	5° 12'	1 Röhre

Was die Verbreitung der vorliegenden Arten außerhalb des auf den „Poseidon"-Fahrten untersuchten Gebietes anlangt, so habe ich im folgenden die Fangplätze nach der Lage, der Tiefe und wenn möglich mit Angabe der Bodentemperatur zusammengestellt. Auf der beigefügten kleinen Weltkarte in Mercatorprojektion (Fig. 8) sind die Fangorte durch Zeichen markiert, um ein zusammenhängendes Bild der Verbreitung der Nordsee-Onuphiden zu erhalten.

Als sehr vereinzelt beschreibt Malmgren (72) das Vorkommen von *Onuphis conchylega* im östlichen Skagerrak an der Küste der schwedischen Landschaft Böhus in 50 bis 450 m Tiefe. Der gleiche Forscher sowie M. Sars (87) fanden sie an der ganzen norwegischen West- und

*) Es wurde gedredscht zwischen N. 10 und N. 11 sowie zwischen N. 11 und N. 12, nicht aber unmittelbar bei N. 12.

Nordküste. Kükenthal dredschte sie nach v. Marenzeller (73) bei Spitzbergen in 120 bis 160 m Tiefe, Arwidson (35) beschreibt sie auch von Spitzbergen aus 310 bis 650 m Tiefe, desgleichen Augener (4a) aus der Nähe von Franz-Josephs-Land und von Ost-Grönland aus 275 m Tiefe, Ditlevsen (13a) ebenfalls von der Ostküste Grönland von 76° 8′ N und 18° 26′ W bis 76,6° N, 13° 26′ W in 10 bis 300 m Tiefe und Örstedt (83) von der Küste von Godt-

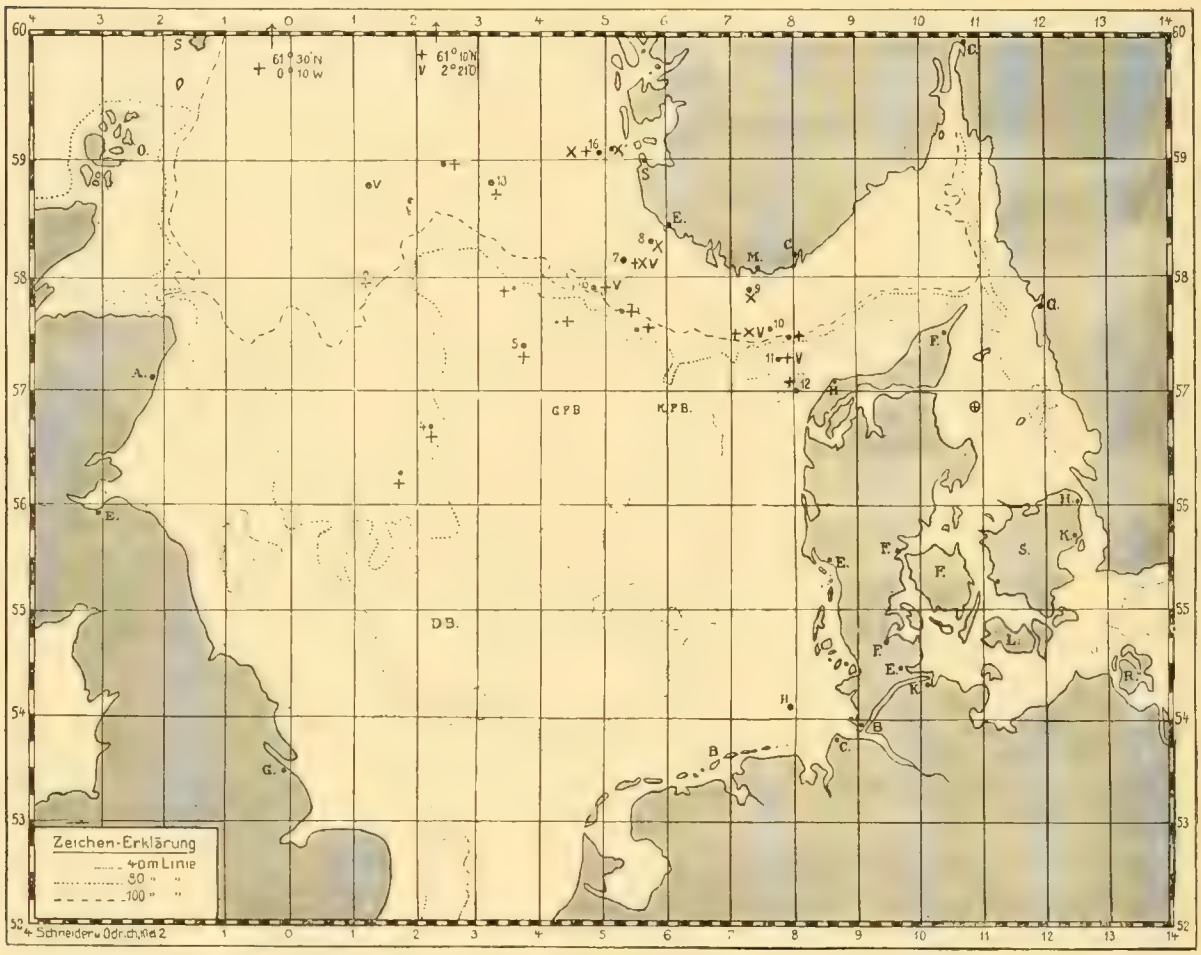


Fig. 7. Karte der „Poseidon"-Stationen, auf denen *Onuphiden* in der Nordsee gefangen wurden.

haab an der Südwestseite von Grönland. Auf der zweiten „Fram"-Expedition (13b) wurde *Onuphis conchylega* an verschiedenen Stellen der Westküste Grönlands in 20 bis 60 m Tiefe erbeutet. Am weitesten östlich wurde sie bekannt durch Théel (97), der sie äußerst zahlreich im Karischen Meer in 26 bis 210 m Tiefe, seltener an der Westküste von Nowaja Semlja fand. Auch die Nordenskjöldsche „Vega"-Expedition erbeutete sie dort nach Struxberg (96) in großen Mengen. Längs der atlantischen Küste von Nordamerika beschreiben mehrere Autoren ihr Vorkommen. So meldet sie Verrill (100) an der Ostküste unter 40° 5′ N und 70° 23′ W

in der Höhe von Neu-York aus 120 m Tiefe. Die „Challenger"-Expedition fand sie nach Mc Intosh (53) S. 305 unter 43° 3′ N, 63° 39′ W südlich von Neu-Schottland in 155 m bei + 1,6° C. Bodentemperatur und Whiteaves nach Mc Intosh (55) im äußeren Teil des St. Lorenz-Golfes an der Ostküste von Neu-Braunschweig in 230 m Tiefe. Nach Ehlers (18 und 19) endlich ist in den Gewässern von Florida S und SW der Florida-Keys *Diopatra Eschrichtii,* Örstedt (nach Ehlers eigener Angabe identisch mit *Onuphis conchylega*) in 155 bis 595 m sehr zahlreich vertreten. An der atlantischen Küste der Pyrenäenhalbinsel wurde sie nur von Kap St. Vincent aus 1647 m Tiefe unter 37° 2′ N, 9° 14′ W durch den „Challenger" bekannt. Ob sie sonst an den NW-Küsten Spaniens gefunden wurde, kann ich nicht angeben, da mir das einschlägige Werk von Cabrera y Diaz (10) nicht zugänglich war. Nach St. Joseph (60 und 61) lebt sie nicht an der Küste der Gironde (Beobachtungsplatz Arcachon) und der Bretagne (Fangstationen: Brest im S und Paimpol im N). An der nordenglischen und schottischen Ostküste sowie in den angrenzenden Gebieten des Atlantischen Ozeans kennt man ihr Vorkommen besonders durch Mc Intosh (54 und 56) und Johnston (58), doch fehlt sie in der Dublin-Bay und den angrenzenden Meeresteilen nach Southern (92a). Im Mittelländischen Meer wurde sie bisher vollkommen vermißt. Nach einer Zusammenstellung von Fauvel (36) vom Jahre 1911 soll sie aber jetzt doch dort gefangen sein. Leider ist die Quelle, aus der diese Mitteilung geschöpft ist, nicht benannt, und in der von diesem Autor angegebenen Literatur konnte ich die Bestätigung dieser Behauptung nicht finden, ebensowenig wie diejenige der Angabe, daß *Onuphis conchylega* bei Ceylon vorkommt. Dort wurden nach Michaelsen (76), der die Polychaeten der Sammlung Driesch beschrieben hat, überhaupt keine *Onuphiden* gefangen.

Onuphis conchylega ist demnach, soweit wir bis heute wissen, auf den Atlantischen Ozean, einschließlich Floridastraße, Nordsee und Ärmelkanal sowie auf das nördliche Eismeer beschränkt, sie ist also nach der Einteilung von Heinen (49) S. 72 zu den nördlichen Arten zu rechnen.

Das kleinste horizontale Verbreitungsgebiet der drei vorliegenden Arten hat nach unseren heutigen Kenntnissen *Onuphis quadricuspis.* Der „Poseidon" erbeutete sie nur in der Norwegischen Rinne in Tiefen von mehr als 213 m. G. O. Sars (88) hatte bei seiner Originalbeschreibung Material zur Verfügung, das bei Dröback in 91 bis 220 m, bei Aasgaardstrand vereinzelt in 37 bis 55 m und im Vestfjord bei den Lofoten bis zu 550 m Tiefe gefangen war. Mc Intosh (56) beschreibt sie von der schottischen Küste und nach den Ergebnissen der Fahrten des „Knight Errant" (53) aus dem Atlantischen Ozean westlich der Shetlandinseln unter 59° 37′ N, 7° 19′ W in 950 m Tiefe bei + 8,5° Bodentemperatur. In der Nähe zwischen 48° 50′ N, 11° 7′ W und 59° 34′ N, 7° 18′ W in Tiefen von 700, 1018, 1190, 1326 und 1478 m bei + 5,17° bis + 8,85° C. Bodentemperatur fand die „Procupine"-Expedition eine *Onuphide,* die von Ehlers (17) als *Diopatra socialis,* Ehlers beschrieben wurde, und, wenn auch nicht identisch, mit *Onuphis conchylega* sehr nahe verwandt ist, wie ich im systematischen Teile dieser Arbeit erläutert habe. Über das Vorkommen der *Onuphis quadricuspis* an der Ostküste Nordamerikas liegt mir nur eine Angabe vor. Nach dem Bericht Mc Intoshs (55) über die Fänge von

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY WOODS HOLE

Whiteaves wurde sie im äußersten Teile des St. Lorenzgolfes bei Cape Rosier Lighthouse in 275 m und bei Cape Gaspé in 137 bis 146 m Tiefe angetroffen.

Auf den nördlichen Atlantischen Ozean beschränkt, ist *Onuphis quadricuspis* den borealen Tiefenformen zuzuzählen, mit Anpassung an kühles starksalziges Tiefenwasser.

Die dritte vorliegende Art, *Hyalinoecia tubicola,* die vom „Poseidon" nur in der Norwegischen Rinne und deren nächsten Nähe gefangen wurde, ist über sehr weite Gebiete der Erde verbreitet. An der Südküste Europas wurde sie durch Veröffentlichungen von Grube (45),

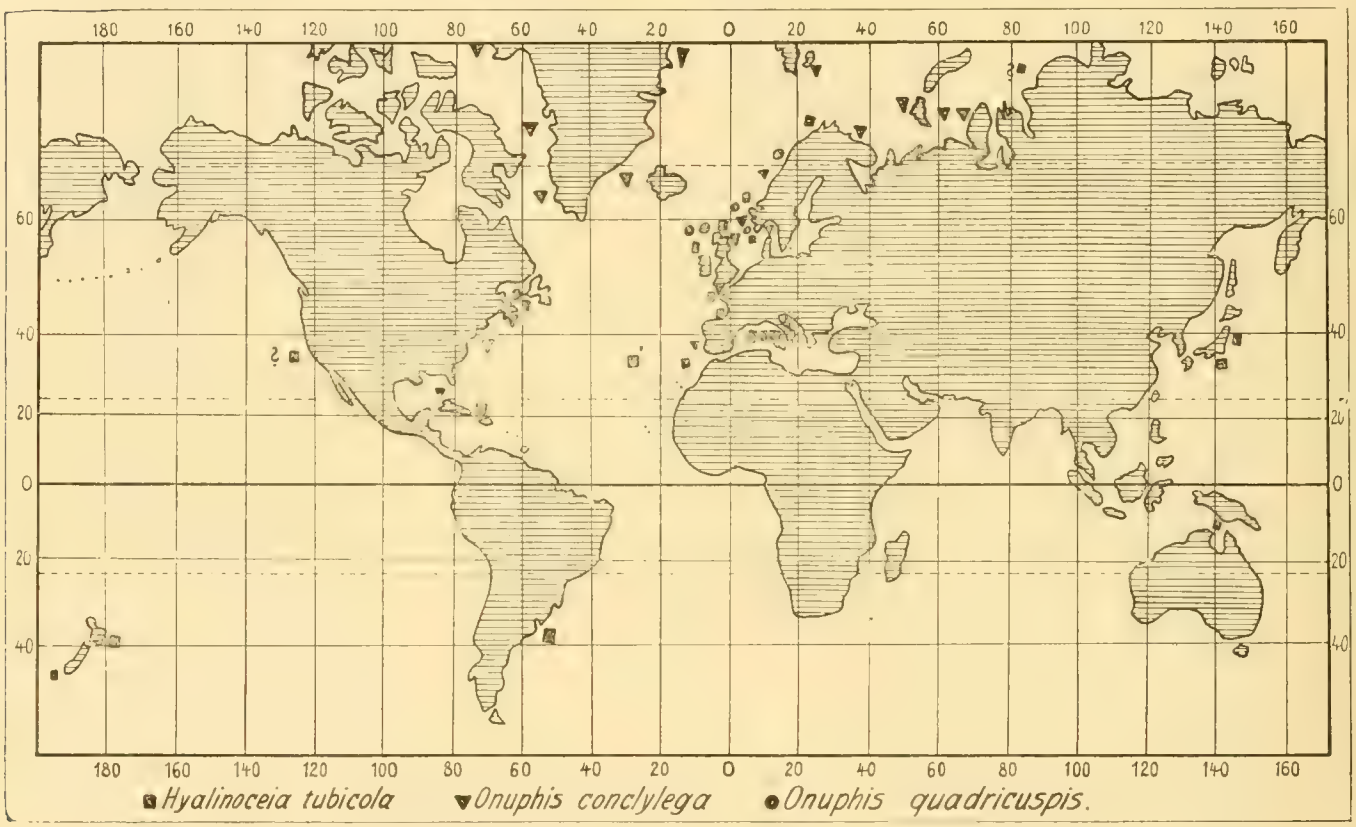


Fig. 8. Karte der bis heute bekannten Fundplätze der Nordsee-*Onuphiden.*

Ehlers (16), Marion und Bobretzky (71), St. Joseph (62) und anderen aus allen Teilen des Mittelmeeres, mit Ausnahme des Ägäischen und des Schwarzen Meeres, aus Tiefen von 30 bis 300 m bekannt. An der Westküste unseres Kontinents fanden sie Langerhans (68) bei dem eigentlich Nordafrika zuzuzählenden Madeira, St. Joseph (60) an der Küste der Gironde bei Arcachon in zirka 90 m Tiefe, Mc Intosh (56) bei den Hebriden, Schottland und an der Ostküste der Shetlandinseln, sowie an der Südwestküste von Irland, und Johnston (58) in Sammlungen von Plymouth Sound und Schottland. Doch fehlt sie im innersten Teil des Ärmelkanals nach Mc Intosh (56) und den Ergebnissen der „Poseidon"-Fahrten, die sie auch in großen Teilen der Nordsee, besonders im Süden, vermissen lassen; ebenso in der Dublin-Bay

nach Southern (92a). An der schwedisch-norwegischen Küste kommt sie vor von Böhusläne in 55 bis 148 m Tiefe im Süden bis Finmarken im Norden nach Malmgren (72) und M. Sars 87), sowie an der sibirischen Küste nach Wirrén (102), dessen diesbezügliche Abhandlung mir leider nicht zugänglich war. In einer ganz neuen Veröffentlichung spricht Augener (4a) die Vermutung aus, daß die von Wirrén als *Hyalinoecia tubicola* bestimmten, leider kopflosen Exemplare von der sibirischen Küste Bruchstücke von *Onuphis conchylega* sind, da *Hyalinoecia tubicola* nicht einmal mehr bei dem vom Golfstrom umspülten Spitzbergen vorkommt. Sie fehlte dagegen bei Nowaja Semlja nach Théel (97), bei Grönland und Spitzbergen nach Arwidson (35), der das *Polychaeten*-Material der „Belgica" bearbeitete. An der atlantischen Küste Nordamerikas scheint *Hyalinoecia tubicola* infolge des kalten Labradorstroms nicht angetroffen worden zu sein, auch nicht bei Florida nach Ehlers (19). Die dort in 350 bis 1750 m Tiefe gefundene *Onuphis gracilis,* Ehlers ist zwar der vorliegenden Art sehr nahe verwandt, aber nach der Ansicht von Ehlers nicht mit ihr identisch. Dagegen ist *Hyalinoecia tubicola* wieder östlich der Westindischen Inseln nachgewiesen von Augener (4), bei Fajal auf den Azoren in 91 bis 155 m und südlich der La-Plata-Mündung in 1098 m bei + 2,8° C. durch den „Challenger" (53), der sie ebenfalls bei Japan in 1033 m bei + 3,4° C. und in der Torresstraße, hier als *var. papuensis,* in nur 15 m Tiefe fand. Von ihrem Vorkommen bei Japan berichtet ferner Moore (78) von der Suruga-Bay und der Totomi-See, beide an der Südküste von Hondo, in 100 bis 300 m Tiefe. Die südlichste Fundstelle dürfte nach Ehlers (26, II) und Mc Intosh (53) bis jetzt Neu-Seeland sein, wo sie in der Nähe von Wellington auf der Nordinsel bzw. bei Cape Farewell auf der Südinsel, hier in 274 m Tiefe, erbeutet wurde. Nach den Angaben beider Autoren sind die dort gefangenen Exemplare als Lokalvariationen anzusehen. Im zentralen und östlichen Teile des Großen Ozeans sowie im Indischen Ozean und der Antarktis, ferner an der Westküste Afrikas im Atlantischen Ozean ist das Vorkommen der in Rede stehenden Art noch nicht erwiesen, wie aus den Ausführungen von Ehlers (21, 23, 24, 25, 27 und 29), Johnson (57), Moore 79), Fischli (38), Beddard (5), Croßland (12, 13), Ehlers (20, 22), Fauvel (36), Gravier (42), Grube (46), Michaelsen (76) und Mc Intosh (53) hervorgeht.

Nach Beendigung dieser Arbeit fand ich in der mir bis dahin unzugänglichen Abhandlung Moores (81) über die *Polychaeten* der „Albatroß" fahrten, daß unsere Art an der kalifornischen Küste Nordamerikas in der *subspecies stricta* Moore bei San Diego unter 32° 32' N, 118° 4' W in 1938 m gefangen wurde. In der Nähe, d. h. bei der Insel Santa Rosa, fand der „Albatroß" ferner in 70 bis 82 m Tiefe einige Exemplare der neuen Art *Hyalinoecia juvenalis,* Moore, die aber wahrscheinlich als ein jugendliches Stadium von *Hyalinoecia tubicola* (Müller) anzusehen sind. Diese Funde lassen vermuten, daß *Hyalinoecia tubicola* auch an den nördlich von Kalifornien gelegenen Küstengebieten Nordamerikas im Großen Ozean vorkommt, obwohl sie, soweit zu ermitteln war, bis jetzt dort nicht gefunden wurde.

Infolge ihrer weiten Verbreitung im Norden und Süden des Atlantischen Ozeans ist *Hyalinoecia tubicola* den „nördlich-südlichen oder weitverbreiteten" Arten zuzuzählen. Man wird sich den Weg, den die Verbreitung einschlug, wohl so zu denken haben, daß die Larven, ausgehend von einem auf der Ostseite der westindischen Inseln liegenden Zentrum,

durch den Golfstrom nach den Azoren, dem Mittelländischen Meer und der Nordwestküste Europas verschleppt wurden. Von da müssen sie längs der sibirischen Küste wandernd, falls die Beschreibung, die Wirrén (102) gibt, zu Recht bestehen bleibt, und durch die Behringsstraße nach den westlichen Küsten des Großen Ozeans gekommen sein mit Hilfe des Nord-Süd verlaufenden Oja-Schio. Ein anderer Teil der Larven wird vermutlich durch den Brasilstrom nach den Laplatakünsten verschleppt sein.

Nach diesen Betrachtungen über die allgemeine Verbreitung unserer Nordsee-*Onuphiden* bleibt noch einiges über die horizontale Gliederung ihrer Wohnplätze in den deutschen Meeren zu sagen (siehe Fig. 7). Dabei fällt sofort ihr gänzliches Fehlen im Kattegat südlich und östlich von Läsö [s. auch Levinsen (69)] und besonders in der Ostsee auf. Zwei Gründe sind es, die diese Tatsache verständlich machen. Vor allem ist es, wie Brandt (8) nachgewiesen hat, der Einfluß, den eine durch die Abnahme des Salzgehaltes bedingte Änderung des osmotischen Druckes auf die Organismen ausübt, der diesen stark stenohalinen, an eine Konzentration von 34,8 bis 35,23 ‰ Salzgehalt angepaßten Würmern, ein Vordringen in die schwächer salzhaltigen, genannten Meeresteile mit nur 32 ‰ im nördlichen Kattegatt und nur 20 ‰ und weniger in der westlichen Ostsee verbietet. Wie aus der zu Eingang der faunistischen Betrachtungen angeführten Tabelle der Stationen des „Poseidon" sowie aus den im Text angegebenen Tiefenzahlen hervorgeht, liegt für alle drei Arten die obere Grenze der vertikalen Verbreitung, wenigstens an der Westküste Europas, im Mittel 60 m unter dem Meeresspiegel. Wird nun die Verbindungsstraße zweier Meeresteile wesentlich seichter als 60 m, so ist hierin der zweite die Verbreitung einschränkende Faktor zu erblicken, da in seichterem Wasser die Temperaturschwankungen stärker sich fühlbar machen als in größeren Tiefen und unsere Arten auch in Bezug auf Wärmeschwankungen sehr empfindlich sind. Diese Tatsache bedingt ebenfalls ihr Fehlen in der Ostsee, da die Zugangsstraßen zu diesem Binnenmeer an der tiefsten Stelle nur 20 bis 25 m erreichen, und macht gleichzeitig ihre Abwesenheit in den seichteren Gebieten der südlichen Nordsee und des Ärmelkanals verständlich, die beide eine Durchschnittstiefe von nur 30 bis 40 m aufweisen.

Was die Bodenverhältnisse der Aufenthaltsorte unserer Arten angeht, so wird nur *Onuphis quadricuspis* in ihrer Verbreitung durch diesen Faktor eingeschränkt. Denn sie lebt nach allen bisherigen Befunden ausnahmslos auf Schlick, aus dem sie ihre Röhre baut. *Hyalinoecia tubicola* und *Onuphis conchylega* hingegen sind nicht so anspruchsvoll und leben auf Schlick, feinem Sand und grobem Kies, zuweilen auch auf Felsboden, nach Struxberg (96).

Hinsichtlich der Nahrung war im vorliegenden Material aus Kotresten im Darm festzustellen, daß sie nicht wie viele andere *Polychaeten* Sand, sondern vielmehr als echte Räuber mit ihrer starken Mundbewaffnung tierische Nahrung aufnehmen. Unverdaute Reste von *Radiolarien* und *Diatomeen* sowie Bruchstücke von *Polychätenborsten* und andere chitinige Hartteile bilden die Hauptmasse der unverdauten Speisereste. In den Röhren fand ich vor der Mundöffnung dann und wann kleine Fleischbröckchen, anscheinend von toten Fischen, oder einzelne abgerissene Wurmsegmente, die den Tieren als Nahrung dienen sollten.

Literatur.

Die mit * bezeichneten Werke waren mir nicht zugänglich.

1. Andrews, E. A., Reproductive organs of Diopatra. Journal of Morphology. Boston, U. S. A. Vol. 5. Nr. 1. 1891.
2. Audouin et Milne Edwards, Classification des Annélides. Annales des sciences nat. zool. Tome 28. Paris 1833.
3. —, Recherches pour servir à l'histoire du littoral de la France. Tome 2. Annélides. 1. Partie. Paris 1834.
4. Augener, H., Westindische Polychaeten. Bulletin Mus. of Harvard College. Vol. 43. 1906.

4a. —, Polychaeten von Franz Joseph-Land II. Zoolog. Anzeiger. Bd. 41. Nr. 6. Jan. 1913.

5. Beddard, E. Fr., Repport on Annelids from Mergui Archipelago. Journal of Linnean Soc. Zool. Vol. 21. London 1886—89.
6. Bergmann, W., Untersuchungen über die Eibildung bei Anneliden und Cephalopoden. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 73. Leipzig 1903.
7. De Blainville, Dictionnaire des sciences naturelles. Tome 57. Paris 1828.
8. Brandt, K., Die Fauna der Ostsee, insbesondere der Kieler Bucht. Leipzig 1897.
9. Breckner, A., Zur doppelten Einbettung in Celloidin und Paraffin. Zeitschr. für wiss. Mikroskopie etc. Bd. 25. 1908.

*10. Cabrera y Diaz, Contribuzion al estudio de los Eunicidos de los costas Cantabricas. Barcelona 1908. (Zitiert nach Zool. Jahresbericht. 1908.)

10a. Claparède, Les Annélides chétopodes du Golfe de Naples. Paris 1870.

11. Cosmovici, L., Glandes génitales et organes segmentaires des Annélides polychètes. Arch. de Zool. expér. et génér. Tome 8. Paris 1880.
12. Crossland, C., On the marin fauna of Zanzibar and British East Africa. Proceedings of the gen. Meet. for sc. business of the Zool. Soc. of London. London 1903. Vol. 2.
13. —, The Polychaeta of the Maldive archipelago from the collection of Stanley Gardiner in 1879. Proceedings of Zool. Soc. Vol. 1. London 1904.

13a. Ditlevsen, Hj., Annelids from the Danmark Expedition. Danmark Expedition til Grönlands Nordostkyst 1906—08. Bd. 6. Nr. 9. Meddelser om Grönland. Bd. 45.

13b. —, Annulata Polychaeta. Report of the second norwegian Arctic Expedition in the „Fram" 1898 bis 1902. Nr. 15. Kristiania 1909.

14. Dons, C., Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung des Eies von Tomopteris helgolandica. Arch. f. Zellforsch. Leipzig. Bd. 2. 1909.
15. Drasche, R. v., Beiträge zur Entwicklung von Polychaeten. 1. Heft. Entwicklung von Pomatoceros triqueter L. Wien 1884.
16. Ehlers, E., Die Borstenwürmer. Bd. I. Leipzig 1864—68.
17. —, Beiträge zur Vertikalverbreitung der Borstenwürmer im Meere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 25. 1875.
18. —, Preliminary Report of the Worms... in the Gulf of Mexico. Bulletin of Comp. Zool. Cambridge. U. S. A. Vol. 5. Nr. 12. 1878—79.
19. —, Florida Anneliden. Reports on the Results of dredging in the U. S. Coast Survey Steamer „Blake". Mem. of the Mus. of Comp. Zool. Harvard. College Cambridge. U. S. A. Vol. 15. 1887.
20. —, Zur Kenntnis der ostafr. Borstenwürmer. Nachr. von der Kgl. Gesellsch. der Wissensch. Göttingen. Math.-Phys. Klasse. 1897. Heft 3. Göttingen 1897.

21. Ehlers, E., Polychaeten der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise 1892/93. Ergebnisse der Hamb. Mag. Sammelr. Bd. III. Hamburg 1896—97.
22. —, Ostafrikanische Polychaeten. Jahrbuch der Wiss. Anstalten Hamburg. 14. Jahrg. 2. Beiheft. 1897.
23. —, Magellanische Anneliden, gesammelt während der schwed. Expedition. Nachr. von d. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Klasse. 1900.
24. —, Die Polychaeten des Magellanischen und Chilenischen Strandes. Festschrift zum 150jähr. Bestehen d. Ges. d. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Klasse. Berlin 1901.
25. —, Anneliden der Sammlung Plate. Zool. Jahrb. Suppl. Bd. V, Bd. II. Jena 1902.
26. —, Neuseeländische Anneliden I und II. Abh. d. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Klasse. Bd. III Nr. 1 und Bd. V Nr. 4. 1904 und 1907.
27. —, Anneliden der Sammlung Schauinsland. Zool. Jahrb. Abt. Systematik. Bd. 22. Jena 1905.
28. —, Die bodensässigen Anneliden der deutschen Tiefsee-Expedition. Wiss. Ergebn. der Tiefsee-Expedition. 16. Bd. 1907.
29. —, Polychaeten der Angra- und Pequena-Bucht. Denkschr. der Med.-Nat. Ges. Jena. 13. Bd. 3. Annelida. 1908.
30. Eisig, H., Die Capitelliden. 16. Monographie der Fauna und Flora des Golfs von Neapel. Teil I u. II. Berlin 1887.
31. —, Ichthyotomus sanguinarius, eine auf Aalen schmarotzende Annelide. 28. Monographie ibidem. Berlin 1906.
32. Fage, L., Recherches sur les organes segmentaires des annélides polychètes. Ann. des sciences nat. Zool. Sér. 9. Tome 3. 1905.
33. Fauvel, P. Annélides polychètes de la Casamance. Bull. de la Soc. Linnéenne de Normandie. Sér. 5. Vol. V. 1901. Caen 1902.
34. —, Recherches sur les otocystes des annélides polychètes. Ann. des sc. nat. Zool. Sér. 9. Tome 6. 1905.
35. —, Annélides polychètes (bestimmt von Arwidson). Duc d'Orléans. Croisière océanographique accomplie à bord de la „Belgica" dans la Mer du Grönland. 1905. Bruxelles 1907.
36. —, Annélides polychètes du golfe persique. Arch. de Zool. expér. et génér. 5. Sér. Tome 6. Nr. 11. Paris 1911.
37. Fischer, W., Zool. Anz. 6. Jahrg. 1883. (Zitiert n. Eisig [30]).
38. Fischli, H., Polychaeten von Ternate. Abh. der Senkenb. Naturw. Ges. Frankfurt a. M. Bd. 25. 1900.
39. Fuchs, K., Topographie der Blutgefäße der Chaetopoden. Jenaische Zeitschr. d. Naturw. Bd. 42. Jena 1907.
40. Graber, V., Morphologische Untersuchungen über die Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 17. 1880.
41. Gravier, M. Ch., Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. 4. Sér. Vol. 3. Paris 1900.
42. —, Sur les annélides polychètes rapportés par la seconde expédition antarctique française (1908—1910). Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. Vol. 153. Paris 1911.
43. —, Sur l'organe nucal des Chétopotiens. Assoc. franç. pour l'avencement des sc. 33. Session à Grenoble 1904. Paris 1905.
44. Grube, Die Familie der Anneliden. Berlin 1835.
45. —, Beschreibung neuer und wenig bekannter Anneliden. 4. Beitrag. Archiv für Naturwiss. 1859. Bd. 2.
46. —, Anneliden der Ausbeute S. M. S. „Gazelle". Monatsber. der Kgl. Preuß. Akad. der Wiss. Berlin. August 1877.
47. —, Über die Familie Eunicea. Jahresber. d. Schles. Ges. für vaterl. Kultur. Breslau 1878.
48. Hansen, G. A., Annelider fra den norske Nordhavnexpedition in 1876. Nyt Mag. for Naturvid. Bd. 24. Christiania 1879.
49. Heinen, Die Nephthydeen und Lycorideen der Nord- und Ostsee. Wissenschaftl. Untersuch. der deutsch. Meere. 2. Abt. Kiel. Bd. 13. 1911.
50. Hempelmann u. Woltereck, Annelidae. Handwörterbuch der Naturw. Bd. I. Jena 1912.

51. Hesse, R., Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. V. Augen der Polychaeten. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 65. 1898—99.
52. Holmgren, N., Bemerkungen zur Schepotieffschen Abhandlung (cf. Nr. 90). Anat. Anzeiger. Bd. 24. Jena 1904.
53. Intosh, M'c, Report on the Annelids collected by H. M. S. „Challenger". Report of the „Challenger". Zool. Vol. 12. Polychaeta. London 1885.
54. —, Notes from the Gatty Marine Laboratory. St. Andrews. 3. On British Eunicidae. Annales and Magazine of Nat. hist. Ser. 7. Vol. 11. London 1903.
55. —, derselbe Titel. 2. On Canadian Eunicidae, 3. On Norwegian Eunicidae. Ibidem. Ser. 7. Vol. 12. London 1903.
56. —, A monograph of the British Annelids. Ray Society 34,2. Vol. II. Part. 1 u. 2. London 1908 u. 1910.
57. Johnson, H. P., Polychaeta of Puget Sound Region. Proceedings of the Boston. Soc. of Nat. Hist. Vol. 29. Boston 1901.
58. Johnston, G., A catalogue of the British non parasitical worms in the collection of the British Museum. London 1865.
59. St. Joseph, de, Annélides polychètes des côtes de Dinard. II. u. IV. Teil. Ann. des sciences nat. Zool. 7. Sér. Bd. 5 u. Bd. 20. Paris 1888 u. 1895.
60. —, Annélides polychètes des côtes de France. Ann. des sc. nat. Zool. 8. Sér. Bd. 5. Paris 1898.
61. —, ibidem. 8. Sér. Bd. 10. Paris 1899.
62. —, ibidem. 9. Sér. Bd. 3. Paris 1906.
63. Jourdan, Et., Histologie du genre Eunice. Ann. des sc. nat. Zool. Sér. 7. Vol. 2.
64. Keferstein, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 12. (Zitiert nach Eisig [30].)
65. Kinberg, Annulata nova. Öfversigt af Kgl. Vetensk. Acad. Forhand. 21. Årgången. 1864. Stockholm 1865.
66. Kleinenberg, N., Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 44. 1886. (Zitiert nach Eisig [30].)
67. Korschelt, E. u. Heider, K., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. I. u. II. Auflage. Allgemeiner Teil. Jena 1902.
68. Langerhans, P., Wurmfauna von Madeira. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 33. 1879.
69. Levinsen, Annulata. Det Videnskabelige Udbytte af Kanonenbaaden „Hauchs" Togter.
70. —, System.-geogr. Översigt over de nordiske Annulata. Vid. Medd. natur. Forening. Kjöbenhavn 1882.
71. Malaquin, Mem. de la soc. des sc. et arts de Lille 1893. (Zitiert n. Eisig [30].)
72. Malmgren, A. J., Annulata polychaeta. Öfv. af Kgl. Vetensk. Akad. Förhand. Bd. 24. 1867. Stockholm 1868.
73. Marenzeller, E. von, Spitzbergische Anneliden. Beiträge zur Fauna Spitzbergens von Kükenthal. Archiv f. Naturgesch. Jahrg. 55. 1889.
74. Marion, F. u. Bobretzky, N., Annélides du Golfe de Marseille. Ann. des sc. nat. Zool. 6. Sér. Bd. 2. Paris 1875.
75. Meyer, E., Arch. für Micr. Anat. Bd. 21. 1882. (Zitiert n. Eisig [30].)
76. Michaelsen, Anneliden der Sammlung von Dr. Driesch. Jahrb. der Hamb. wiss. Anstalten. 11. Jahrg. II. Hälfte. Hamburg 1897.
77. Moebius, K., Zool. Ergebnisse der Nordsee-Expedition 1872. 5. Vermes. Jahresber. d. Kommission Deutsch. Meere. Bd. 1. Kiel 1875.
78. Moore, J. P., Polychaeta from the Coastal Slope of Japan. Proceed. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia. Bd. 55. 1903.
79. —, Some polych. Annelids of the Northern Pacific coast of N. America. Ibidem. Bd. 60. 1908.
80. —, The polychaetous Annelids dredged by the U. S. S. „Albatross". Ibidem. Vol. 63. 1911. Philadelphia 1912.
81. —, The polychaetous Annelids dredged in 1908 . . . off the coast of Labrador etc. Proceed. of the U. St. Nat. Mus. Vol. 37. Washington 1910.
82. Müller, O. F., Prodromus zoologicae danicae. Havniae 1776.

83. Örsted, A. S., Grönlands annulata dorsibranchiata. Det kongelige danske Vidensk. Selsk. Afhandl. X. Deel. Kjöbenhavn 1843.
84. Pruvot, G., Recherches anatomiques et morphologiques sur le système nerveux des Annélides polychètes. Arch. de Zool. expér. et génér. Sér. 2. Bd. 3. Paris 1885.
85. Quatrefages, de, Ann. des sc. nat. Sér. 3. Tome 13. 1850. (Zitiert n. Eisig [30].)
85a. —, Histoire naturelle des Annélés marins et d'eau douce. Tome 1. Paris 1865.
86. Racovitza, E. G., Le lobe céphalique et l'encéphale des annélides polych. Arch. de Zool. exp. et génér. Sér. 3. Tome 4. Paris 1896.
87. Sars, M., Beskrivelser og Jagtagelser etc. Bergen 1835.
88. Sars, G. O., Bidrag til Kundskab om Christianiafjordens Fauna. 3. Nyt magazin for Naturvid. Bd. 19. Christiania 1873.
89. Savigny, de, M. J. C., Système des Annélides. Paris 1820.
90. Schepotieff, A., Untersuchungen über den feineren Bau der Borsten einiger Chaetopoden und Brachyopoden. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 74. Leipzig 1903.
91. Schmiedeberg, O., Über die chemische Zusammensetzung der Wohnröhre von Onuphis tubicola (Müller). Mitt. der Zool. Station in Neapel. Bd. 3. Leipzig 1881.
92. Schreiner, K. E., Histologische Studien über die Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer. Bergens Museum Aarborg 1897.
92a. Southern, R., The Marin Worms (Annelida) of Dublin Bay and the adjoining districts Proceed. of the Royal Irish Acad. Vol. 28. Section B. Nr. 6. Dublin 1900.
93. Spengel, J. W., Beiträge zur Kenntnis der Gephyreen. 1. Die Eibildung von Bonellia. Mitt. d. Zool. Station in Neapel. Bd. 1. Leipzig 1879.
94. —, Oligognathus Bonelliae, eine schmarotzende Eunicee. Ibidem. Bd. 3. Leipzig 1884.
95. Stimpson, Annulata of Greenland. Proceed. of Nat. Sc. Philadelphia 1863.
96. Struxberg, A., Evertebraten Fauna des sibirischen Eismeeres. Beilage II. Wiss. Ergebn. der „Vega"-Expedition von A. E. v. Nordenskjöld. I. Bd. Leipzig 1883.
97. Théel, Hj., Les Annélides polychètes des mers de la Nouvelle Zemble. Stockholm 1878. Kongliga Svenska Vedenskaps Acad. Handlingar. 16. Bd. Nr. 3. 1879.
98. Vejdovsky, F., Beiträge zur vergl. Morphologie der Anneliden. I. Monographie der Enchytraeiden. Prag 1879.
99. —, Neue Untersuchungen über Reifung und Befruchtung. Kgl. Böhm. Gesellsch. d. Wiss. Prag 1907.
100. Verrill, A. E., Notice of recent additions of the marin invertebrata of the N. E. coast of America. Smithsonian Miscellanous Collections. Vol. 22. Washington 1882.
101. Vogt u. Young, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Bd. 1. Braunschweig 1888.
*102. Wirrén, A., Sibirische Chaetopoden. Wiss. Ergebn. der „Vega"-Expedition von Nordenskjöld. 2. Bd. 1883.
103. —, Über die während der schwedischen Expedition gesammelten Anneliden. Zool. Anzeiger. Bd. 24. 1901.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Onuphis conchylega, Eientwicklung.

Fig. 1—7. Verschiedene Entwicklungsstadien von Nährzellen und Eiern. Das in Fig. 7 abgebildete Ei ist wegen Platzmangels nur teilweise ausgeführt. Der Keimfleck ist aus dem gleichen Grunde nach der Dotterhaut verschoben. E = Ei, Ep = Eiplasma, fk = Follikelkerne, K = Keimbläschen, N = Nährzellkerne, Nu = Nukleolus alter Nährzellen, NW = Nährzellwände, NT = Nährzelle in Teilung, Nu R = aufgelöster Nukleolus, Z = Dotterhaut. Zeiß Obj. D. Occ. 5.

Fig. 8—10. Verschiedene Zwillingseibildungen. Vergr. wie 1—7.

Fig. 11. Keimlager an einem Blutgefäß. Bl = Blutgefäß. a, b, c und d verschiedene Entwicklungsstadien der Nährzellhaufen. fk = Follikelkerne. Zeiß Obj. D. Occ. 4.

Fig. 12. Vorderes Ende von Fig. 11. Seibert Immersion $^1/_{12}$ Occ. I.

Tafel II.

Onuphis conchylega, Unterkiefer.

Fig. 13. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. S = Schäfte des Kiefers. V = Verwachsungsstelle. M = äußere Matrix des Kiefers, Dr = Drüse, Md = Muskulatur der Drüse, Ms = dorsoventrale Muskulatur, Ml = seitliche Muskulatur, Ri = Rinne, a—a bis d—d = Verlauf der Querschnitte Fig. 16 bis 19. Seibert Obj. I Occ. 1.

Fig. 14. Drüsenteil des Kiefers. Mi = innere Matrix. Zeiß Obj. A. Occ. 5.

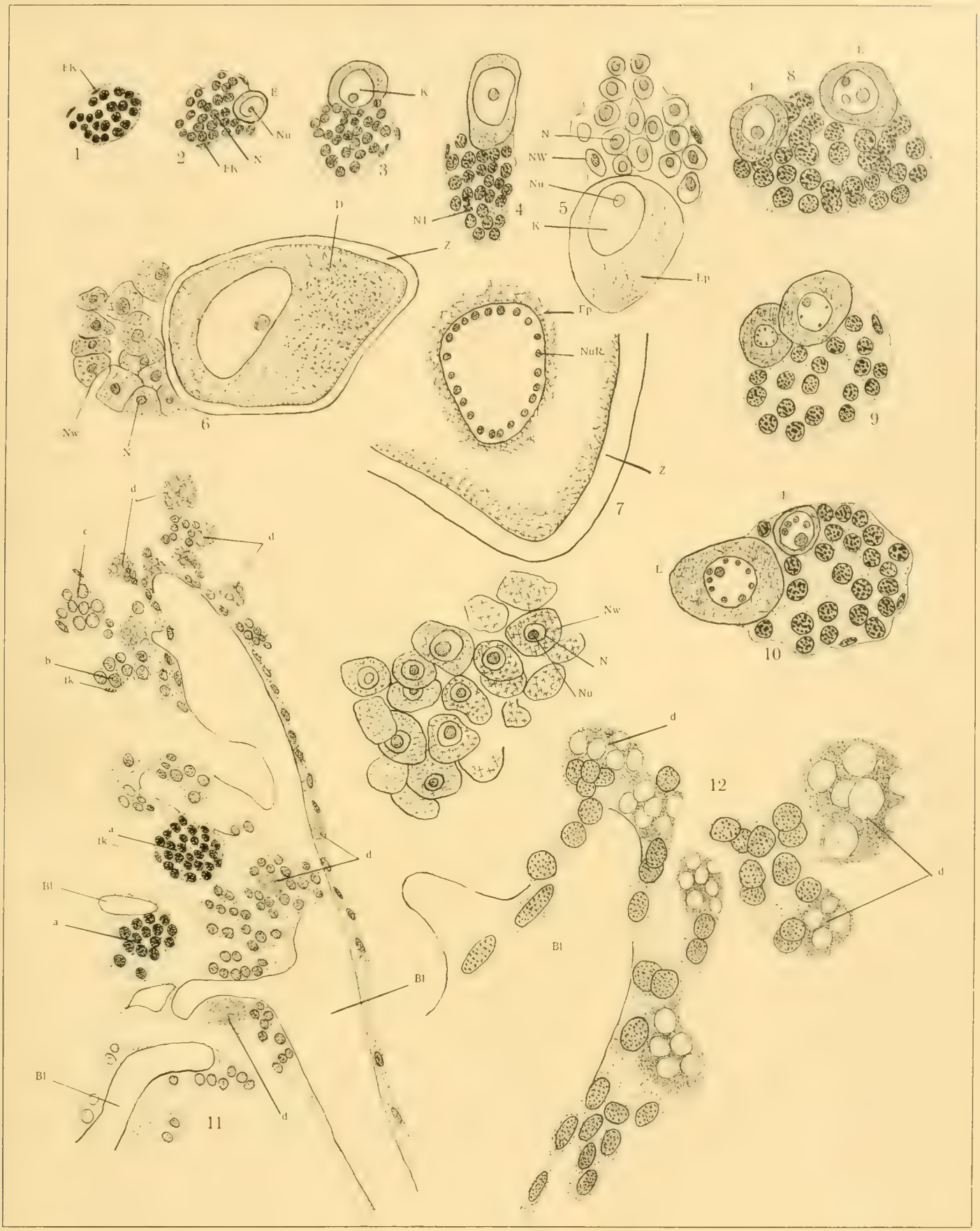
Fig. 15. Sagittalschnitt durch den Unterkiefer, nahe der Verwachsungsstelle. P = Protraktor, R = Retraktor, G = Unterschlundganglion, LM = ventrale Längsmuskulatur, RM = Ringmuskulatur, C = Cuticula, H = Mundöffnung, Kf = Mündung des Oberkiefersackes, Pp = postorales Mundpolster. Seibert Obj. I Occ. 1.

Fig. 16. Querschnitt a—a. L = Lamellen, Ch = Chitinhülle des Kiefers. Zeiß Obj. D. Occ. 2.

Fig. 17. Querschnitt b—b. Mh = Mundhöhle. DM = drüsiges Mundhöhlendach. Zeiß Obj. A., Occ. 4. (Fig. 17—19 nur zur Hälfte ausgeführt wegen Platzmangels.)

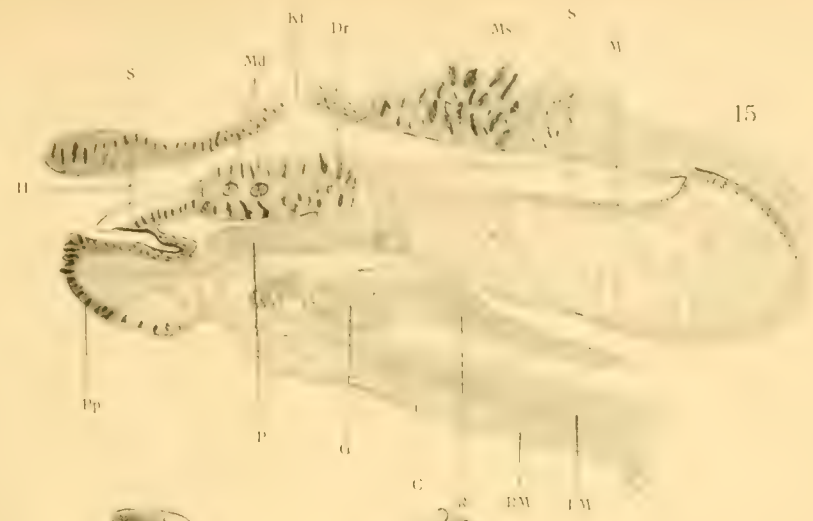
Fig. 18. Querschnitt c—c. Am = Ausmündung der Drüsen. Vergrößerung wie in Fig. 17.

Fig. 19. Querschnitt d—d. La = Stützlamelle der dorsoventralen Muskulatur Ms, Rm = Ringmuskulatur des Kiefersackes. Vergr. wie Fig. 17.



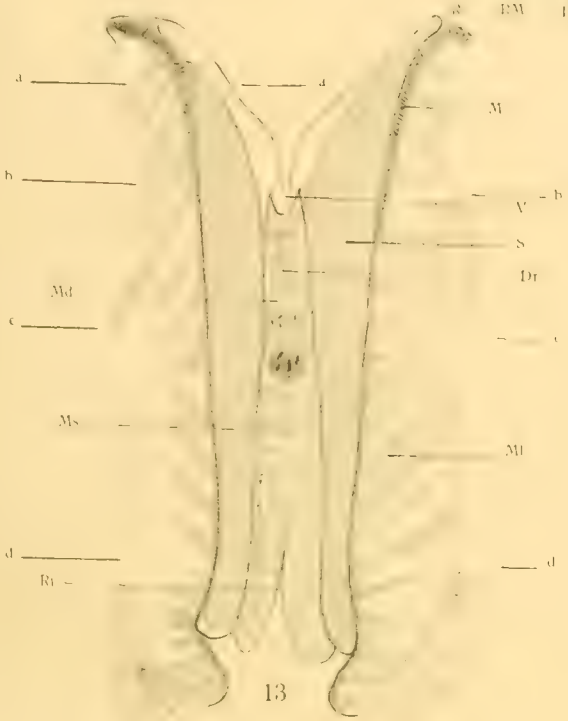
Eulenstein del.

Sinsel & Co. G. m. b. H., Leipzig-Oetzsch



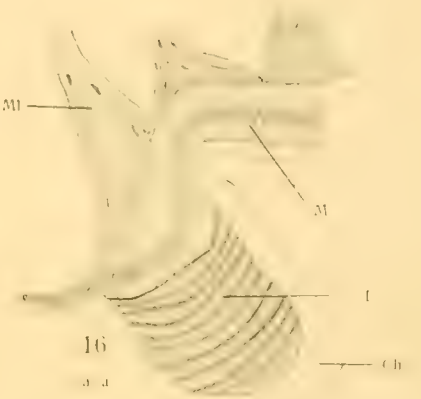
15

19

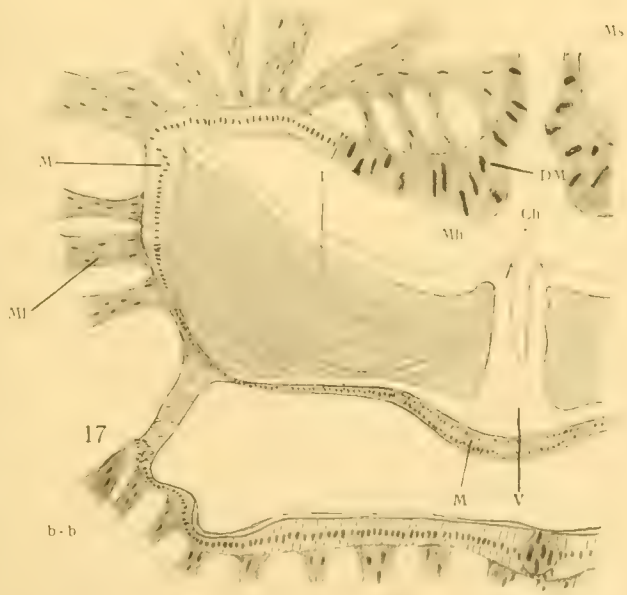


13

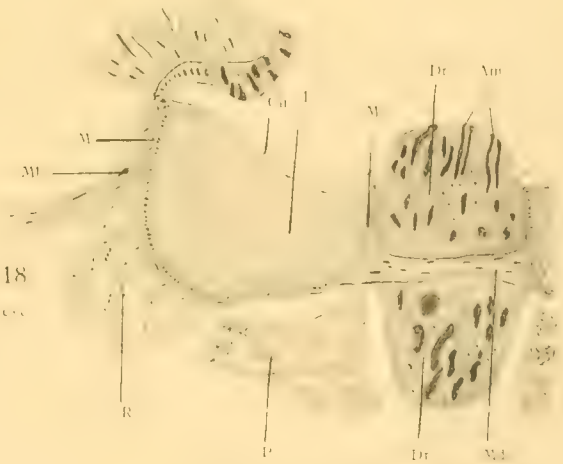
14



16



17



18

Einfluss von Wind und Luftdruck auf die Höhe des Meeresspiegels.

Von

stud. phil. **Wilhelm Ahlfeld.**

Durch den gewaltigen Aufschwung, den in den letzten Dezennien der Verkehr auf allen Meeren genommen hat, ist den seefahrenden Nationen die Aufgabe erwachsen, mit allen Mitteln dahin zu wirken, daß der Schiffahrt nach Möglichkeit die bestehenden Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt werden. So geht Hand in Hand mit der Herausgabe guter Seekarten, mit der Anlage zuverlässiger und ausreichender Küstenbefeuerung die systematische Erforschung der Deutschen Meere und Meeresteile durch die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen. Infolge der Verfeinerung der wissenschaftlichen Methoden und der Fortschritte der Technik ist es gelungen, immer mehr Klarheit in die Geheimnisse der Meeresnatur zu bringen.

In erster Linie ist das Gezeitenphänomen zu nennen, das von jeher mit seinem Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser den Theoretiker wie den Praktiker in hohem Maße interessiert und zu Beobachtungen und Arbeiten angeregt hat. Besonders seitdem Lord Kelvin 1868 eine neue Berechnungsmethode der örtlichen Besonderheiten der Flutkurve, die „harmonische Analyse", aufgestellt hat, und andere Gelehrte, in erster Linie G. H. Darwin, diese erweitert und vervollständigt haben, ist die Gezeitenforschung ein gutes Stück vorwärts gekommen. Durch die verfeinerten Rechnungsmethoden ist es nun möglich, die Gezeitentafeln für die einzelnen Küsten und Hafenorte mit immer größerer Genauigkeit aufzustellen, was einen nicht zu unterschätzenden Vorteil für die Schiffahrt bedeutet.

Es ist jedoch allgemein bekannt, daß die tatsächliche Höhe des Wasserstandes bei Hochwasser und Niedrigwasser selten mit der in der Gezeitentafel vorher berechneten Höhe übereinstimmt, sondern daß diese in vielen Fällen überschritten, resp. nicht erreicht wird, es müssen also Kräfte vorhanden sein, die fördernd oder hemmend auf die Höhe des Wasserstandes einwirken.

Aber es ist äußerst schwierig und bisher noch nicht restlos gelungen, die verschiedenen Ursachen, nach dem Grade, wie sie modifizierend auf das Meeresniveau einwirken, zu sondern und rechnerisch genau zu bestimmen, weil sie zu eng miteinander verflochten sind, als daß man die einzelnen Faktoren in ihrer Wirkung isoliert darstellen könnte. Zahlreiche Versuche in dieser Beziehung sind angestellt worden, und zwar hat man die verschiedenartigen Einflüsse auf die Schwankungen des Meeresspiegels naturgemäß besonders an den Küsten solcher Meere zu ergründen gesucht, wo die Gezeiten sich nur verschwindend bemerkbar machen, ihr Einfluß auf den Meeresspiegel also unberücksichtigt bleiben kann. Die beträchtlichen unperiodischen Niveauschwankungen, wie sie sich in solchen Meeren darbieten, sind also den anderen Faktoren zuzuschreiben. Ein solches günstiges Beobachtungsfeld für diese Vorgänge ist die Ostsee, denn die an sich schon schwache Gezeitenwelle, die von der Nordsee am Skagerrak in dieses Hintermeer eintritt, wird durch die dänischen Inseln im Sund und in den beiden Belten noch weiter reduziert, so daß für die eigentliche Ostsee nur noch ein verschwindend kleiner Rest Gezeitenenergie übrig bleiben kann.

Der Hauptanlaß für diese Arbeit war der Wunsch, das durch die Kommission zur Erforschung der deutschen Meere gesammelte Material zu verarbeiten, und zwar wurden aus den Beobachtungen, welche die Kommission an der deutschen Nord- und Ostseeküste machen ließ, die Beobachtungen von Kiel, Friedrichsort, Darsser-Ort und Arkona verwertet, um einen Beitrag zur Kenntnis der Ursachen der unperiodischen Niveauschwankungen zu liefern. Ehe ich aber zur Schilderung des von mir benutzten Verfahrens schreite, halte ich es für angebracht, in einem ersten Teile dieser Arbeit über die bisherige Entwicklung der Forschung hinsichtlich der unperiodischen Niveauschwankungen einen Überblick zu geben, da die Literatur über diese Erscheinungen außerordentlich zerstreut und zum Teil schwer zugänglich ist.

I. Die Entwicklung unserer Kenntnis von den unperiodischen Meeresspiegelschwankungen kürzerer Dauer.

Wenn man nach Erklärungen sucht, auf welche Ursachen die unperiodischen Niveauschwankungen kurzer Dauer zurückzuführen sind, dann müssen von vornherein zufällige, lokale Veränderungen des Meeresspiegels von solchen unterschieden werden, die die gesamte Oberfläche eines Meeres periodisch oder dauernd heben oder senken.

Als einer der ersten hat Gissler[1]) (1747) nachgewiesen, daß in Hernösand ein Zusammenhang besteht zwischen dem Steigen des Barometers und dem Sinken des Wasserstandes. An dem Strande dieses Ortes hatte er eine Holzlatte, die in Zoll und Linien geteilt war, senkrecht ins Wasser gesteckt, und der Vergleich der abgelesenen Wasserhöhen mit den Barometerständen zeigten ihm die Wirkung des Luftdrucks. Doch gelang es ihm nicht, die Gesetzmäßigkeit des Verhaltens zahlenmäßig aufzufinden.

In England wurde 1832 von Sir Lubbock[2]) ebenfalls hinsichtlich der Erhöhung oder der Erniedrigung der Gezeitenwelle durch verschiedenen Barometerstand gefunden, daß ein Steigen des Barometers um ein Zoll (= 11 mm), eine Erniedrigung der Flutwelle von 7 bis $13^1/_2$ Zoll (= c. 100 mm) bewirken sollte, je nach der Lage des Ortes, wo die Beobachtungen stattfanden. Aber einmal das völlige Außerachtlassen des Windeinflusses, dann aber auch die Art der Bestimmung, machen die Arbeit wertlos.

Auch dem französischen Professor Aimé[3]) (1840) waren Niveauschwankungen an der Küste Algeriens aufgefallen, die er dem Einfluß der Winde zuschrieb; auf eine Anregung der Pariser Akademie der Wissenschaften hin machte er sich an die Arbeit, die Ursachen dieser Schwankungen zu untersuchen. An einer vor Wellenschlag sicheren Stelle der Küste brachte er einen Pegel an und beobachtete nun viermal täglich die Wasserhöhe. Bald aber wurde Aimé von seiner bisherigen Ansicht, der Wind allein rufe die Schwankungen des Meeresspiegels hervor, abgebracht, denn er machte die Beobachtung, daß bei Eintritt von schönem

[1]) Gissler: K. Svenska Vet. Akad. Handl. 1747. T. VIII. p. 142.

[2]) M. Aimé: Mémoire sur les variations dun 1830/50.

[3]) Lubbock: Philos. Trans. R. soc. Londo niveau de la mer dans la port d'Alger. Pogg. Ann. T. 73. Paris 1840.

Wetter das Meeresniveau sich senkte, bei schlechtem Wetter dagegen nicht unbeträchtlich stieg; und so wurde Aimé auf den Gedanken gebracht, daß auch der Luftdruck eine Rolle spiele. Er verglich Barometer und Wasserstand von einem Tag zum anderen und fand nun auch tatsächlich, daß das Meeresniveau bei fallendem Barometer stieg, umgekehrt aber sank, wenn der Luftdruck zunahm. Diese Beobachtungen setzte er fünf Monate lang fort und fand einen unzweifelhaften Einfluß des Luftdrucks auf die Meereshöhe, wenn auch in manchen Fällen ein Steigen des Wassers eintrat, wo man nach der Voraussetzung ein Fallen hätte erwarten müssen; und umgekehrt es fiel, trotzdem der Luftdruck geringer geworden war. Aimé bezeichnet solche Fälle als „diskordante", zum Unterschied von den „konkordanten" Fällen, wo das Meeresniveau je nach dem Luftdruck sich einstellte. Im ganzen verteilen sich solche konkordanten und diskordanten Fälle auf die fünf Beobachtungsmonate wie folgt:

Tabelle 1.

Konkordante und diskordante Fälle.

Monat	Konkordante Fälle	Diskordante Fälle
Januar . . .	22	5
Februar . . .	22	3
März	20	6
April	19	5
Mai	17	7

Aimé führt diese Anomalien auf den sekundären Einfluß der Winde und auf die Zufuhr von Regenwasser zurück, schreibt also dem Luftdruck die Hauptwirkung bei den Schwankungen zu. Er ist der erste, der durch ein reiches Zahlenmaterial den Einfluß des Luftdruckes bestimmt nachweist.

Den vorwiegenden Windeinfluß bei örtlichen Niveauveränderungen stellte G. W. Bannasch[1]) fest, als er die Wasserstände von Pillau von den Jahren 1815/1834, die täglich einmal abgelesen worden waren, vergleichend zusammenstellte. Doch unternimmt er keinen Versuch, die Gesetzmäßigkeit der Erscheinung abzuleiten.

Wie Bannasch, so ist auch G. G. Hällström[2]) (1842) ein Anhänger der Windtheorie und richtet sich gegen die Theorien Gisslers und Aimés, die hauptsächlich dem Luftdruck die Schwankungen des Seespiegels zuschreiben. Aus den Beobachtungen Aimés von der Küste Algiers, die Hällström graphisch darstellte, fand er zwar einerseits einen deutlichen Zusammenhang zwischen Barometerstand und Wasserhöhe, andererseits aber gaben die Anomalien deutlich zu erkennen, daß neben den Veränderungen des Luftdrucks noch andere Ursachen

[1]) G. W. Bannasch in Pogg. Ann. 1835 (112. Bd.). S. 209 ff.

[2]) G. G. Hällström: Bemerk. über das zeitweise Steigen und Fallen der Ostsee etc. Pogg. Ann. 1842. S. 626 ff.

beim Auftreten der Erscheinung mitwirkten. Nach den Untersuchungen von Bannasch war Hallström überzeugt, daß der Windeinfluß auf den Wasserstand nicht unterschätzt werden dürfe, da er an Intensität den Luftdruckwirkungen zum mindesten gleichkäme, wenn nicht überträfe. Um aber das in Rede stehende Phänomen weiter untersuchen zu können, fehlte es bisher an ausreichenden und zuverlässigen Beobachtungen, und so mußte er sich mit den Forderungen begnügen, an einer Anzahl von Küstenpunkten der Ostsee ständig neben Wasserstandsmessungen auch Aufzeichnungen von Windrichtung und Windstärke anzustellen. Sein Verdienst ist es, auf die Bedeutung der Windwirkungen nachdrücklich hingewiesen zu haben, ohne doch einen gewissen Luftdruckeinfluß zu verkennen.

Airy[1]) (1842) sieht im Luftdruck einen Faktor, der seinen Einfluß auf die Höhe der Tiden geltend macht — er stützt sich auf Lubbocks Untersuchungen — und desgleichen auch im Wind, dessen Wirkung er als besonders beträchtlich ansieht. Tragen die bisher erwähnten Untersuchungen den Stempel der Einseitigkeit, was die Erklärungsversuche der unperiodischen Niveauschwankungen anbetrifft, da Lage und Wassertiefe gar nicht berücksichtigt werden, so weist Airy zum ersten Male auf die Wichtigkeit dieser Faktoren hin. Nach seinen Untersuchungen wächst eine Welle, wenn sie in eine trichterförmige Bucht eintritt, umgekehrt proportional zur Quadratwurzel aus der horizontalen Breite des Wasserbeckens und im umgekehrten Verhältnis zur vierten Wurzel aus der Wassertiefe.

Ein ausgesprochener Vertreter der Windtheorie war ferner v. Sass[2]). In den Jahren 1859/1861 stellte er in Kukke, einem kleinen Ort am Rigaschen Meerbusen, zweimal täglich Wasserstandsmessungen an und fand aus diesen Beobachtungen, daß Richtung und Stärke des Windes die vorzüglichsten Urheber der unperiodischen Meeresschwankungen sind. Wenn der Wind von der Landseite weht, so erfolgt ein Fallen, umgekehrt ein Steigen. Seine Versuche, auch den Zusammenhang zwischen Wasserhöhe und Barometerstand nachzuweisen, mißlangen, so daß er zu dem Schluß kommt, der Einfluß des Luftdrucks auf den Wasserspiegel sei verschwindend. Das Hauptergebnis seiner Untersuchungen ist, daß SW.-Winde und W.-Winde große Wassermassen in die Ostsee treiben und dadurch ihr Niveau heben.

In den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts beginnt das Interesse für die ozeanographischen Forschungen zu erwachen und damit setzt eine lebhafte Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet ein. Das Werk von H. A. Meyer[1]) ist das erste Glied in einer ganzen Reihe von Untersuchungen, speziell über die Ostsee. Der Verfasser verarbeitet ein reiches Material. Er behandelt besonders ausführlich den Einfluß des Windes, ohne den des Luftdrucks zu berücksichtigen. Die lokalen Änderungen des Wasserstandes führt er auf den Wind zurück, die allgemeinen Schwankungen des Wasserstandes der Ostsee dagegen in der Hauptsache auf Schwankungen des Salzgehalts, ohne aber auch hier einen gewissen Einfluß des Windes zu verkennen. Durch die neueren Forschungen mit Hilfe von zuverlässigerem und reichhaltigerem Beobach-

[1]) Airy: Tides and Waves, Sektion VIII, Subsekt. III, Abs. 572/73, cf. Krümmel II. 106.
[2]) v. Sass: Result. über d. Unters. der Niveauveränd. d. Ostsee. Pogg. Ann. 1863 u. 1865.
[3]) H. A. Meyer: Unters. über phys. Verh. des westl. Teiles der Ostsee. Kiel 1871.

tungsmaterial ist seine Arbeit zwar in mancher Beziehung überholt, ihren grundlegenden Wert hat sie aber auch heute noch nicht verloren.

Durch die verheerende Sturmflut vom 12./13. November 1872 in der Ostsee wurde der Anlaß zu einer ganzen Reihe von Schriften über die Ursachen der Sturmfluten gegeben. Unter dieser Literatur ragt besonders das Werk von Lentz[1]) hervor, der in ganz hervorragender Weise ein Bild über die Einwirkungen des Windes auf den Meeresspiegel entwirft, und durch zahlreiche Tabellen und graphische Darstellungen seine Ausführungen veranschaulicht: Je nach Lage der Küste, sowie Richtung und Stärke des Windes kommt sein Einfluß auf den Wasserspiegel verschieden zum Ausdruck. Wenn er vom Lande her weht, so entführt er größere Wassermassen der rückwärts gelegenen Küste und veranlaßt dadurch eine Senkung des Wasserspiegels, im entgegengesetzten Falle ruft er eine Stauung der Wassermassen an der Küste hervor. Die Größe dieser Erhebung ist jedoch sehr abhängig von der Küstenform; bildet die Küste einen Vorsprung, so kann das Wasser seitlich abfließen und die Erhöhung des Wasserspiegels wird nur gering sein, verläuft sie geradlinig, quer zur Richtung des Windes, dann wird die Wirkung eine größere sein; treibt aber der Wind das Wasser in eine Bucht, die sich nach innen zu auch noch verengt, dann ist die Stauung am größten, und zwar hat der innerste Punkt der Bucht den höchsten Wasserstand. So erhöhte z. B. am 15./16. III. 1850 ein Sturm aus NE. und NNE. den Meeresspiegel von Stralsund bis Pillau um rund 1 m, in Pillau aber nur um 0,78 m, denn hier konnte ein Teil des Wassers ins Haff abfließen, in Elbing dagegen um 1,82 m, da hier zu der in der See erzeugten Erhöhung noch die im Frischen Haff entstandene hinzukommt. Umgekehrt bei einem Sturm aus WSW. und SW. (26. Juli 1858): An diesem Tage war der Wasserstand in Stralsund um 0,52 m, in Elbing sogar um 1,15 m tiefer als in Pillau. In Kiel aber erreichen die Schwankungen des Wasserstandes das höchste Maß, denn in den Jahren 1858/1868 sank hier das Wasser bis 2,09 m unter seinen mittleren Stand und stieg bis 2,13 m darüber. Bei der Sturmflut vom 12./13. November 1872 betrug hier die Aufstauung im Maximum sogar 3,17 m.

Wie Lentz, so verarbeitet auch der dänische Ingenieur A. Colding[2]) die Ergebnisse der Novembersturmflut des Jahres 1872 hinsichtlich der Beziehungen der Winde zu den Wasserständen. Schon 1858 hatte er bei der Untersuchung der Wasserhöhen in den dänischen Gewässern die Bedeutung des Windes erkannt und seinen Einfluß auf das Meeresniveau klar formuliert. 1872 bot sich ihm nun die Gelegenheit, auf Grund der sehr zahlreich und sorgfältig ausgeführten Beobachtungen an der ganzen Ostseeküste seine Ansichten über die Windwirkungen auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen, besonders ob die von ihm aufgestellte Formel zur Berechnung der Wasserhöhe an den Küsten praktisch anwendbar sei. Seine Berechnungen über die Wirkung des Windstaus hatten ihn dazu geführt, den Staueffekt durch folgende Formel auszudrücken:

---

[1]) H. Lentz: Flut und Ebbe u. die Wirk. des Windes auf dem Meeresspiegel. Hamburg 1879.

[2]) A. Colding: Konigl. Danske Videnskab. Selsk. Skrifter. Kophg. 1876, Bd. XI und 1880/85, Bd. 1,4, cf. Krümmel II 532.

$$h = 0{,}000000763 \cdot \frac{l}{p} w^2 \cos^2 \alpha,$$

worin bedeuten:

h = Niveauunterschied zwischen den Wasserständen der Luv- und Leeküste.
l = Länge des Wasserbeckens in Metern.
p = Mittlere Tiefe desselben in Metern.
w = Windgeschwindigkeit in m pr. sec.
α = Der Winkel, welchen die Windrichtung mit der Ebene des Profils macht, längs dem der Niveauunterschied bestimmt werden soll.

Es wird also der Staueffekt direkt proportional der Länge des Wasserbeckens und dem Quadrate der Windgeschwindigkeit gesetzt, aber umgekehrt proportional der Wassertiefe; bei beträchtlicher Wassertiefe wird der Staueffekt geringer sein wie bei flachem Wasser, denn der Sogstrom, der beim Austausch von Wassermassen sich entwickelt, kann bei tiefem Wasser leichter entstehen wie bei flachen Küsten, wo die Reibung am Boden und andere Faktoren seine Entwicklung hemmen, und die Niveauerhebung wird nur in geringem Maße durch den Unterstrom beseitigt werden.

Die Prüfung der Formel ergab sehr günstige Resultate. Immerhin darf der praktische Wert der Formel nicht überschätzt werden, denn einmal ist der Staueffekt sehr abhängig von der Wassertiefe und der Konfiguration des Wasserbeckens, dann aber sind außer dem Wind doch noch andere niveauverändernde Kräfte beteiligt. Sicherlich ergibt die Coldingsche Formel brauchbare Näherungswerte. Sein Hauptverdienst ist aber, den vorwiegenden Einfluß des Windes auf den Transport der Wassermassen in der Ostsee klar erkannt und formuliert zu haben. Er sagt:

1. „Die Westwinde treiben das Wasser der Ostsee nach den Küsten von Rußland hin und erhöhen dort das Wasserniveau, während dasselbe an den schwedischen Küsten, südlich von diesen, sowie an den südlichen Küsten der Ostsee und an den dänischen Inseln niedriger ist. Dieser niedrige Wasserstand südlich von Falsterbo veranlaßt seinerseits eine vom Sunde in die Ostsee fließende Strömung. Dieselben Westwinde treiben ferner das Wasser der Nordsee in das Kattegat, zu gleicher Zeit, als das Wasser des Kattegat von der Küste Jütlands nach den schwedischen Inseln hingedrängt wird, so daß bei Helsingör ein hoher Wasserstand ist. Diese verschiedenen Wirkungen der Westwinde liefern vereint die Bedingungen für einen starken nach Süden durch den Sund setzenden Strom.

2. Die Ostwinde üben eine entgegengesetzte Wirkung aus; sie treiben das Wasser des Kattegat in die Nordsee und weit weg von der schwedischen Küste; hierdurch wird ein niedriger Wasserstand bei Helsingör hervorgebracht und die Bedingung für einen durch den Sund gehenden Strom erfüllt. Andererseits häuft der Wind aus östlicher Richtung das Wasser der Ostsee an den dänischen Küsten südlich von Schweden an, und dieser hohe Wasserstand südlich von Falsterbo, verbunden mit dem niedrigen bei Helsingör, bringt folglich im Sunde einen verhältnismäßig starken nach Norden setzenden Strom hervor."

Boguslawski[1]) führt in seinem Handbuch der Ozeanographie Bd. I die vorübergehenden Niveauschwankungen einmal auf den Wind zurück und zeigt in einigen Beispielen den Staueffekt bei heftigen Stürmen. Dann können aber nach Boguslawski vorübergehende

	Jahr der Sturmflut	Staueffekt m
Ostsee	1872	3—3,5
Nordsee	1825	5,5—6
Bengal. Meerbus. .	1. 12. 1876	3—12
St. Vinzent . . .	10. 10. 1831	4
Martinique . . .	10. 10. 1780	8

Niveauveränderungen durch verschiedenen Luftdruck hervorgerufen werden, so daß bei einem Steigen des Luftdrucks um 1 mm sich das Meeresniveau um 13,6 mm erniedrigt, im umgekehrten Fall um diesen Wert erhöht, eine Erscheinung, bei der in den meisten Fällen auch der Wind mitwirkt. So wurde z. B. im Januar 1882 über dem Mittelländischen Meer ein außergewöhnlich hoher Luftdruck von 778 bis 780 mm beobachtet, und zu derselben Zeit wurde in Antibes eine Erniedrigung des Meeresniveaus um ca. 30 cm bemerkt; der zur Zeit herrschende Nordwind unterstützte diese Erniedrigung, indem er das Wasser von der Küste wegtrieb.

In dem von Krümmel[2]) bearbeiteten 2. Bd. dieses Handbuches geht dann der Verfasser eingehend auf die Wirkungen des Windstaus ein. Von besonderer Bedeutung ist, daß Krümmel experimentell einwandfrei nachgewiesen hat, daß der Staueffekt eines auflandigen Windes in der Nähe des Strandes, also bei abnehmender Wassertiefe sich steigert, mit anderen Worten, daß die Höhe des Wasserstandes von der Tiefe des Beckens abhängig ist. In flachem Wasser kann sich der Sogstrom nicht in dem Maße entwickeln und geltend machen, wie bei größerer Wassertiefe.

Hatten Meyer, Lentz und Colding sich eingehend mit den Windwirkungen beschäftigt, so stellte Axel Bonsdorff[3]) wieder Ermittelungen über den Einfluß des Luftdrucks auf den Wasserspiegel an. Bei dem Versuch, für verschiedene Orte der finnischen Küste die jährlichen Mittelwerte des Wasserstandes zu ermitteln, fand er, daß die jährlichen Mittelwerte der beobachteten Wasserhöhen von den berechneten ziemlich abwichen. Er führte diese Differenzen auf den Einfluß des Luftdrucks, sowie Richtung und Stärke des Windes zurück. Jährliche Mittelwerte über den Wind standen ihm nicht zur Verfügung, dagegen solche über den Luftdruck bei Hangö-Leuchtturm (1870/1887), Jungfrusund im Schärenmeer und Kronstadt. Von der Annahme ausgehend, daß die Hebung oder Senkung der Küste der ersten Potenz der Zeit proportional sei, kam er zu der Aufstellung der Formel:

$$v = x + yt + u\,(Bo—B)$$

[1]) v. Boguslawski: Handbuch der Ozeanographie. Bd. I. 1884.
[2]) Krümmel: Handbuch der Ozeanographie. Bd. II. 1887.
[3]) A. Bonsdorff: Unters. über die Hebung der Küste Finnlands. Fennia I. 3.

und zwar bedeutet hierin:

v = mittlerer Wasserstand.

x = Mittelwert des Wasserstandes während des dem Anfang der Beobachtungen vorhergehenden Jahres.

y = jährliche Hebung.

Bo = das arithmetische Mittel aller jährlichen Barometerhöhenmittel während der Beobachtungszeit.

B = mittlere Barometerhöhe für das Jahr t.

Das Ergebnis war nun, daß die Berechnungen mit Barometerkorrektion eine bedeutend genauere Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ergaben, als vor der Einführung des Korrektionsgliedes u (Bo-B). Bonsdorff berechnete als Verhältnis zwischen der Erhöhung des Wasserstandes und der Senkung des Luftdrucks in Quecksilberhöhe gemessen für die drei Beobachtungsorte — 34 mm, — 40 mm, — 39 mm.

Ähnliche Untersuchungen sind von Fuss[1]) für Kronstadt angestellt, der die Niveauänderung, die einer Änderung des Luftdrucks um 1 mm entspricht, berechnete und diesen barometrischen Koeffizienten auf Grund der jährlichen Mittel für die Jahre 1841/1895 = 38 mm groß fand, ein Wert, der mit dem von Bonsdorff für Kronstadt gefundenen (— 40) gut übereinstimmt.

Mit der Frage, inwieweit die Wasserzufuhr durch Flüsse Schwankungen der Wasserstände in den Nebenmeeren verursacht, beschäftigt sich E. Brückner,[2]) der die langdauernden, allgemeinen Schwankungen nicht als eine Folge der Winde erkennen kann. Das jährliche Maximum des Wasserstandes vom Mai-Juni in der Bucht von Odessa und im Asowschen Meer um 20 cm ist nach ihm auf das Frühlingshochwasser der südrussischen Flüsse zurückzuführen, das periodische Anschwellen des Ostseespiegels im Sommer vermag er aber nicht allein auf diese Weise zu erklären, als einen Faktor von Bedeutung bezeichnet er vielmehr hierfür die thermische Ausdehnung des Wassers, die nach seinen Berechnungen das Volumen der Ostsee um 30 cbkm vergrößert, ihren Wasserspiegel um 8 cm erhöht. Aber ein Vergleich der Wasserführung der Flüsse mit den Schwankungen des Ostseespiegels für längere Zeiträume ergab das überraschende Resultat, daß zwischen beiden eine auffallende Parallelität besteht, daß der Spiegel der Ostsee in den Jahren großer Wasserzufuhr sich hebt, in solchen geringerer Wasserzufuhr sinkt. Das Steigen und Sinken vollzieht sich aber nach Brückners Beobachtungen gleichzeitig und parallel am Kaspischen Meer, und aus dieser Tatsache kommt er zu dem Gesetz der säkularen Klimaschwankungen.

Daß aber durch die Wasserzufuhr Niveauschwankungen hervorgerufen werden, ist nachgewiesen worden, denn in den Gebieten, wo dauernd durch die Flüsse große Mengen Wasser den Meeren zugeführt werden, muß an den Küsten eine Erhöhung des Meeresniveaus gegenüber

[1]) Fuss: Sapisski fro gidrografij. 1896.

[2]) Ed. Brückner: Die Schwankungen des Wasserstandes im Kaspischen Meer, d. Schwarzen Meer und der Ostsee in ihrer Bez. z. Witterg. Annal. d. Hydr. 1888. S. 55 ff.

dem Spiegel des offenen Ozeans eintreten. Durch das Flußwasser wird in der Nähe der Küste das Seewasser mehr oder weniger stark ausgesüßt, das spez. Gewicht des Wassers sinkt und es treten Unebenheiten des Meeresspiegels ein, die die sogenannten Konvektionsströme hervorrufen. Eingehende Berechnungen über derartige Niveauunterschiede hat zuerst Mohn angestellt 1855). Er denkt sich eine Reihe kommunizierender Röhren von dem tiefsten Punkt des Meeres bis an verschiedene Punkte der Oberfläche, in denen nur dann Gleichgewicht herrschen würde, wenn die Oberfläche in den Röhren, dort, wo die Wassersäule aus leichterer Flüssigkeit besteht, höher stehen würde als in denen, wo die Dichtigkeit des Wassers größer ist. Denkt man sich dann die Wände der Röhren in Wasser verwandelt, so wird das Wasser an der Oberfläche von dem höheren Niveau nach dem niedrigeren Niveau abströmen, am Boden wird dagegen sich das schwerere Wasser in entgegengesetzter Richtung bewegen. Zwischen der oberen und unteren Strömung liegt eine Schicht, in welcher es keine Druckunterschiede gibt, von Mohn[1]) „Grenzfläche" genannt. Um aber das vorhandene Gefälle an der Oberfläche kennen zu lernen, also die Höhendifferenz der Wassersäulen von verschiedener Dichte zu bestimmen, stellt er diese Unebenheiten der Meeresoberfläche karthographisch dar, die dann die sogenannte „Dichtigkeitsfläche" ergeben. Aus der Neigung der Dichtigkeitsfläche folgt ein System von Strömungen in der Richtung des Gefälles, welches die Einsenkung auszufüllen strebt; analog dieser Dichtigkeitsfläche findet Mohn eine von der Niveaufläche abweichende Fläche, die Windfläche, für die gesamten Strömungen schließlich die Stromfläche, an welcher man die jährliche mittlere Richtung und Geschwindigkeit der Oberflächenströme berechnen kann. Auf Grund seiner Berechnungen weist er nach, daß an der norwegischen Küste infolge der Süßwasserzufuhr aus den Flüssen und durch die Zufuhr von spez. leichterem Wasser aus der Ostsee der Wasserstand 40 bis 60 cm höher ist, als in der offenen Nordsee.

R. Engelhardt[2]) berechnete im Anschluß an Mohns Arbeit, daß bei Kronstadt die Niveaufläche um ca. 100 cm, bei Haparanda um ca. 95 cm infolge der Dichtigkeitsunterschiede höher liegt, als an der Mohnschen Nullinie in der Mitte der Nordsee. Hieraus würde sich zwischen der östlichen Ostsee und dem Ausgange des Skagerraks ein Gefälle von über 30 cm ergeben, eine Größe, die für die Strömungen in den Belten nicht ohne Bedeutung ist.

Wegemann[3]) fand zwischen dem durch Schmelzwasser verdünntem Wasser an der Küste Westgrönlands und der Mitte der Davisstraße eine Niveaudifferenz von rund 50 cm.

G. Castens[4]) konstruierte eine Dichtigkeitsfläche des Atlantischen Ozeans und berechnete, daß der Meeresspiegel in der Nähe der Kap Verdischen Inseln ca. 15 cm tiefer liegt, als in 2—3° S. B., die Oberfläche des Guineastromes 15/26 cm höher, er findet also Differenzen

[1]) H. Mohn: Die Strömungen des Europäischen Nordmeeres. (Ergänzungsheft 79 zu „Petermanns Mitteil." cf. Krümmel I 55, II 482.)

[2]) R. Engelhardt: Untersuchungen über die Strömungen der Ostsee. Dissert. Kiel 1899. cf. Krümmel I 55, II 644.

[3]) Wegemann: Untersuchungen über die Strömungen d. Ostsee.

[4]) G. Castens: Untersuchung. über d. Strömung. des Atl. Ozeans. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel. 1905.

bis zu 41 cm. Nach der Mohnschen Methode hat schließlich W. Wissemann[1]) die Oberflächenströmungen des Schwarzen Meeres berechnet und Paulsen[2]) zeigte, daß die neuen Nivellements für Kopenhagen und Gjedser einen ca. 7 cm höheren Wasserstand ergeben, als bei Frederikshavn.

So wichtig die Dichteunterschiede für dauernde oder periodische Unebenheiten im Meeresniveau auch sind, so können sie für die unperiodischen Schwankungen von kurzer Dauer, mit denen wir es in vorliegender Arbeit hauptsächlich zu tun haben, außer acht gelassen werden, da nur in einem Wasserbecken von großer Tiefe Niveaudifferenzen infolge verschiedener Dichte des Wassers entstehen können, deren Größe für unsere Berechnungen in Frage kämen, was an der flachen deutschen Ostseeküste ausgeschlossen ist.

Auch Rollin A. Harris[3]) kann in der Wasserzufuhr der Flüsse keinen Faktor erkennen, der auf das örtliche Meeresniveau einen Einfluß von Bedeutung ausübt, vielmehr schreibt er dem Winde hauptsächlich die Kraft zu, den Wasserstand zu beeinflussen. Aus allen Weltmeeren bringt Harris zahlreiche Beispiele bei, besonders für den Windeinfluß auf die jährliche Ungleichheit in der Höhe: So bewirken z. B. Nordwinde über dem Golf von Mexiko in Galveston im Februar sehr niedrige Wasserstände, während der Oktober mit seinen Südwinden umgekehrt dort das Wasser über seinen mittleren Stand aufstaut. An der Küste Neu-Englands, Canadas und Neufundlands hält es schwer, den direkten Einfluß des Windes nachzuweisen, da hier in den verschiedenen Jahreszeiten keine bestimmten Windrichtungen vorherrschen; für Boston hat Ferrel[4]) aber den Zusammenhang zwischen den Niveauschwankungen einerseits, den Winden und dem Luftdruck andererseits festgestellt.

Langjährige Arbeiten über die Gezeiten an den niederländischen Küsten haben E. Engelenburg[5]) dazu geführt, auch den Einfluß von Barometerstand und Windrichtung auf die mittlere Höhe des Meeresspiegels zu erforschen. Aus den in den Jahren 1887 und 1888 in Vlissingen beobachteten Hoch- und Niedrigwasserständen bestimmte er die Halbtide, d. h. das von der täglichen und halbmonatlichen Ungleichheit befreite Tagesmittel und fand, daß bei jeder Luftdruckzunahme von 1 mm die Halbtide bei Landwind um 6 mm, bei Seewind um 8 mm stieg, wo aber Wind und Luftdruck nicht voneinander getrennt sind. Diese Werte erreichen bei weitem nicht den theoretisch erwarteten von 13,6 mm, zeigen aber, wie wir sehen werden, eine gewisse Übereinstimmung mit den von Witting[6]) berechneten. Der Einfluß des Luftdrucks wird sich nach Engelenburg dann besonders auf den Seespiegel bemerkbar machen, wenn z. B. infolge von Gewittern starke Luftdruckveränderungen und heftige Windstöße sich einstellen, die oft Veranlassung zu besonderen Wellen von großer Amplitude und kurzer Periode gaben und eine beträchtliche Veränderung der Form der Flutwelle bewirken können.

[1]) W. Wissemann: D. Oberflächenstr. des Schwarzen Meeres. Ann. d. Hydr. 1906. S. 162 f.
[2]) Fr. Paulsen: Metereol. Zeitschr. 1906 (Hannband).
[3]) Rollin A. Harris: Mannal of Tides, Appendix 6, Chapter VIII.
[4]) Ferrel: U. S. Coast Survey-Report for 1871.
[5]) Engelenburg: Referat in Annal. d. Hydr. 1891. 498.
[6]) Witting: Vergleiche darüber Seite 189.

R. Sieger[1]) (1893) berührt in seinem Aufsatz „Seenschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien" ebenfalls die Frage, welche Ursachen die Schwankungen des Meeresspiegels hervorrufen. Während er einen Einfluß von Wind und Luftdruck auf die Epochen der Jahresschwankung für ganz gering hält — Untersuchungen, z. B. die Monatsmittel des Luftdrucks für 1851—1880 von Berlin, Königsberg, Petersburg, Upsala, Christiania und Kopenhagen mit den Monatsmitteln des Wasserstandes in Stockholm in Verbindung zu bringen und zu vergleichen, hatten einen Einfluß des Luftdrucks nicht erwiesen — so können nach seiner Ansicht diese doch lokale Differenzen im Wasserstande bedingen. Eine Bearbeitung der Wasserstände Stockholms zu dem örtlichen Luftdruck zeigte aber, wie stark die Luftdruckwirkung von anderen Einflüssen gekreuzt wird, ihre Mitwirkung bei Niveauänderungen aber vorhanden ist.

Den Einfluß von Luftdruck und Wind untersuchte dann ferner der Engländer W. H. Wheeler.[2]) Um die Wirkung des Luftdrucks zu ergründen, stellte er zweijährige Beobachtungen an der Ostküste Englands (Boston-Dock) an, die zu solcher Zeit vorgenommen wurden, wo die Windstärke unter 3 der Beaufortskala lag, da er annahm, daß die Wirkung des Windes dann so gering wäre, daß sie unberücksichtigt bleiben könnte. Bei der Untersuchung von 152 Beobachtungen ergaben sich aber 61 Fälle, wo bei hohem Barometerstande eine hohe Flut, bei niedrigem Barometerstande eine niedrige Flut eintrat, also das Entgegengesetzte vom Erwarteten konstatiert wurde, eine Erscheinung, die Wheeler zu dem Schluß führte, daß der Windeinfluß doch erheblich größer sein müsse. Er begeht aber den Fehler, daß er bei seinen Beobachtungen annimmt, der Windeinfluß unter Stärke 3 sei verschwindend gering, und daß er die Abweichungen von den berechneten Fluthöhen einzig und allein dem Luftdruck zuschreiben will. Deshalb ist das Resultat auch so wenig befriedigend. Eine Korrektion der von Wheeler aufgestellten Luftdruckswerte unternahm Kapitän Greenwood, indem er an die Stelle des örtlichen Luftdrucks die Größe des Gradienten setzte, aber durch diese Maßnahme verliert die Korrektion obendrein ihren praktischen Wert für den Seemann, der an Bord nicht immer eine Isobarenkarte zur Hand haben kann, um den Gradienten zu messen.

Was nun Wheelers Beobachtungen über den Einfluß des Windes anbetrifft, so gelingt es ihm auch hier nicht, ein strenges Gesetz aufzufinden. Er kommt aber am Schluß seiner Betrachtungen zu der Aufstellung einer Zahlenreihe, die er aus eigenen und anderen Beobachtungen abgeleitet hat, und die mit der Flutamplitude (in engl. Fuß) multipliziert die Anzahl Zoll ergeben soll, um welche der Wind je nach seiner Richtung und Stärke die Flutwelle erhöht oder erniedrigt.

Windstärke	Berechneter Faktor in Zoll
3	0,63
4	0,84
5	1,05
6	1,26
7	1,44
8	1,68
9	1,83
10	2,10

[1]) R. Sieger: Zeitschrift der Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. Bd. XXVIII. 1893. S. 397 ff.

[2]) W. H. Wheeler: The effect of Wind and Atmospheric Pressure on the tides. Referat in Ann. d. Hydr. 1896. S. 67 ff.

Leider gibt der Verfasser nicht an, wie er diese Faktoren gefunden hat, so daß es nicht möglich ist, ihren Wert zu prüfen, der aber nicht allzuhoch eingeschätzt werden darf, da die Werte nicht frei von Luftdruckeinfluß etc. sind.

1897 veröffentlichte der holländische Ingenieur F. L. Ortt[1]) in den Annalen der Hydrographie eine Arbeit über „den Einfluß des Windes und des Luftdrucks auf die Gezeiten" und gibt eine Rechenmethode an, die im 2. Teil dieser Arbeit verwertet worden ist. Deshalb wird an späterer Stelle eingehend darauf zurückzukommen sein.

Im 32. Band der Annalen (1904) bespricht Wegemann[2]) den Stand unseres Wissens über den Einfluß von Wind und Luftdruck auf die Gezeiten im Anschluß an eine Besprechung der Orttschen Arbeit und deren Resultate. Er gibt wertvolle Fingerzeige, wie sich auf diesem Gebiet die Forschung weiter zu entwickeln habe, um immer bestimmter die einzelnen den Meeresspiegel modifizierenden Faktoren nach der Größe ihres Einflusses zu erkennen und numerisch zu bestimmen.

Sehr eingehende mathematische Untersuchungen hat der dänische Gelehrte Martin Knudsen[3]) angestellt, deren Ergebnis die Bedeutung des Luftdrucks für die Entwicklung von Strömungen in den Zugangstoren der Ostsee überzeugend darlegen, daß nämlich die Stromstärke direkt proportional den Luftdruckschwankungen zwischen Nordsee und Ostsee hier sein muß. Seine Berechnungen führten ihn zu der Aufstellung der Formel:

$$v = \frac{\rho - \varepsilon}{\alpha} + c\ (B - Bo)$$

und zwar bedeutet hierin:

v = Stromstärke in Zentimetern p. Sec.
ρ = Niederschlagsmenge.
α = Querschnitt der Ausgangstore (= 0,8 qkm).
ε = Verdunstung über der ganzen Ostsee.
c = eine Konstante.
Bo = der ursprünglich gleiche Barometerstand über Nord- und Ostsee.
B = der neue Stand über der Nordsee.

Knudsen berechnet für die Konstante c den Wert = 22,1 und hält den Einfluß des Luftdrucks auf die Strömungen in den Belten größer als den der Winde. Er sucht dann noch auf einem anderen Wege die Wirkungen von Wind und Luftdruck festzustellen, und zwar durch Verwertung von Beobachtungen, die für März-Dezember 1897 auf den Feuerschiffen des Beltes und des Sundes angestellt worden waren. Aus den viermal täglichen Beobachtungen hinsichtlich der Stromrichtung und -stärke berechnete er Mittelwerte für je einen halben Tag und zeichnete mit ihrer Hilfe Kurven, indem er den einlaufenden Strom nach unten, den auslaufenden nach oben, je nach seiner Geschwindigkeit (in Knoten) abtrug. Aus den Wind-

[1]) F. L. Ortt: Der Einfluß des Windes u. d. Luftdr. auf die Gezeiten. Annal. d. Hydr. 1897.

[2]) Wegemann: cf. Annalen der Hydr. 1904. S. 204 ff.

[3]) Martin Knudsen: Beretning fra Kommissionen for videnskabelig Undersögelse af de Danske Farvande. 2. Bd. Kopenhagen 1899.

beobachtungen der Feuerschiffe, ob die Winde in die Ostsee oder aus ihr hinaus wehten, wurde eine zweite Kurve konstruiert. Eine dritte Kurve erhielt Knudsen aus den Mittelwerten des Luftdrucks für zehn Stationen der Ostsee in der genannten Zeit. Vergleicht man diese drei Kurven miteinander, so geht aus ihrem annähernd parallelen Verlauf die Tatsache klar hervor, daß die Strömungen mit dem Luftdruck und den Winden in engem Zusammenhang stehen.

In neuerer Zeit ist dann bei Untersuchungen der Schwankungen des Meeresspiegels der Adria v. Sterneck[1]) zu der Überzeugung gelangt, daß neben dem Wind und der Regenmenge die Luftdruckverteilung mit ihrem Gefolge als die eigentliche Ursache der stattfindenden gleichzeitigen Hebungen und Senkungen der Adria anzusehen sei, und zwar ist nicht der lokale Luftdruck allein, sondern vielmehr der Unterschied desselben von jenem, der über dem Mittelländischen Meer vorhanden ist, maßgebend. Denn eine Korrektion der beobachteten Tagesmittel der Wasserstände in bezug auf den örtlichen Barometerstand hatte in Triest, Pola, Ragusa und St. Andrea die algebraischen Mittel der Abweichungen verringert, aber nicht beseitigt, und so glaubt v. Sterneck, daß der Einfluß der Luftdruckdifferenz über dem Adriatischen und Mittelmeer es sei, der die Schwankungen des Mittelwassers in der Adria hervorrufe. Daß dieser mit dazu beiträgt, ist als sicher anzunehmen, ob aber der Luftdruckeinfluß den des Windes in dem Maße überragt, wie v. Sterneck annimmt, ist doch sehr fraglich.

In der zweiten Auflage des Handbuchs der Ozeanographie hat Krümmel[2]) im 1. Band eine knappe Darstellung der Ursachen der unperiodischen Schwankungen (wechselnde Intensität der Verdunstung und der Niederschläge, wechselnder Luftdruck, Wind) in dem Kapitel über die Meeresoberfläche gegeben. Im 2. Band kommt er dann bei dem Abschnitt über die Theorie der Meeresströmungen eingehend auf die einzelnen Faktoren zu sprechen unter Anführung und Kritik der wichtigsten Arbeiten. Bei dem Kapitel: „Der vertikale Ausgleich des Windstaus" führt er als klassisches Gebiet des Windstaus das Asowsche Meer an, daß infolge seiner großen Längsachse (360 km) und der geringen durchschnittlichen Tiefe von nur 10 m der Windwirkung vollständig freien Spielraum läßt. Nach der Coldingschen Formel berechnet Krümmel bei ENE. oder WSW. und 18 m Sekundengeschwindigkeit einen Staueffekt von 9 m (Luvseite 4,5 m und Leeseite 4,5 m), ein Wert, der den beobachteten sehr nahe kommt.

In einer sehr umfangreichen Arbeit hat dann noch Rolf Witting[3]) die Ursachen der Wasserstandsschwankungen dargelegt und auch durch eingehende Berechnungen versucht, den Einfluß von Wind und Luftdruck von den übrigen Ursachen der Wasserstandsschwankungen zu abstrahieren und rechnerisch festzulegen. Das Ergebnis seiner Untersuchungen ist, daß Wind, Luftdruck und Süßwasserzufuhr in erster Linie die jährlichen Schwankungen hervorrufen, er ist aber der Überzeugung, daß ein für den Luftdruck gefundener Faktor nicht ganz frei ist von den Wirkungen anderer Faktoren, z. B. dem des Windes. So findet er für den Luftdruckfaktor p Werte, die in keinem Falle die Hälfte des theoretisch erwarteten Wertes 13,5 übersteigen, in

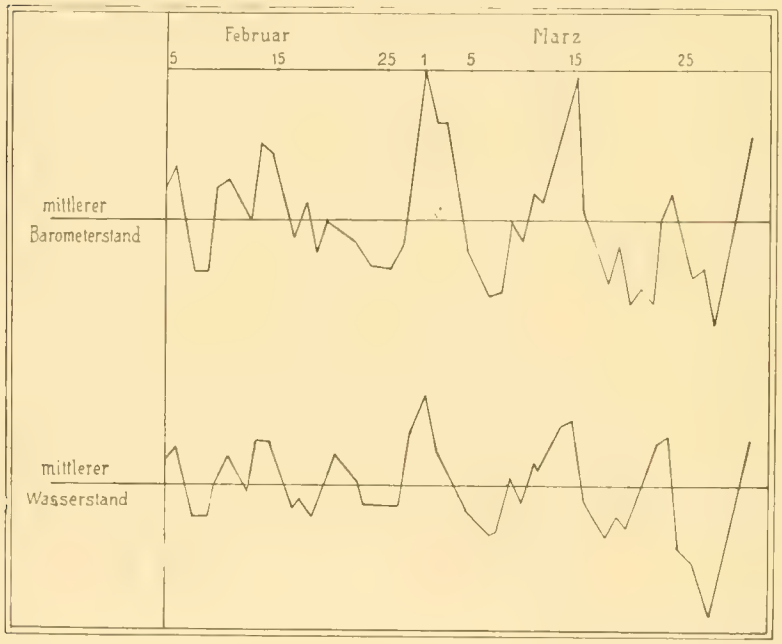
[1]) v. Sterneck: Mitteil. des k. u. k. Militärgeogr. Instit. Bd. XXIV. Wien 1905. S. 75 ff.

[2]) Krümmel: Handbuch der Ozeanographie. 1. Bd. 1907. 2. Bd. 1911.

[3]) R. Witting: Untersuchungen zur Kenntnis der Wasserbewegungen und Wasserumsetzung in den Finnland umgebenden Meeren. I. Der Bottnische Meerbusen. Finnl. Hydr.-Biol. Unters. Nr. 2.

einigen Fällen widersprechen auch hier die Veränderungen den erwarteten Wirkungen. Witting kommt schließlich nach ausführlichen Rechnungen über den Windeinfluß zu dem Resultat, daß die mittlere Wind- und Luftdruckswirkung sich nicht durch ein exaktes Zahlenverhältnis ausdrücken läßt, da die Unterschiede in den lokalen Verhältnissen sich als sehr bedeutend erwiesen haben, daß dagegen seine Untersuchungen eine annähernde Auskunft gestatten. Die überwiegende Einwirkung des Windes gegenüber dem Luftdruck tritt deutlich hervor.

Ein außerordentlich klares Bild von der Abhängigkeit des Wasserstandes von dem jeweiligen Luftdruck haben endlich die Beobachtungen ergeben, die auf der zweiten französischen Expedition zur Erforschung der Antarktis unter Charcot 1908/1910 gemacht und von R. E. Godfroy[1]) verarbeitet worden sind. Es handelt sich um Wasserstandsmessungen, die an 254 Tagen in Port-Circonsion (West-Antarktis) vorgenommen wurden und deren Mittelwerte Godfroy nach Kompensierung des Gezeiteneinflusses dem mittleren täglichen Barometerstand gegenüberstellt. Der Verlauf der Kurve zeigt überaus deutlich, daß auf der französischen Beobachtungsstation der Westantarktis der Luftdruck seinen Einfluß unmittelbar geltend macht und zwar mit einer solchen Gleichmäßigkeit, wie bisher nicht beobachtet worden ist. Um so mehr muß diese Abhängigkeit vom örtlichen Luftdruck überraschen, als noch 1896 eine Kommission, die von der Britischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften beauftragt war, die Abhängigkeit des Meeresniveaus vom Barometerstand zu untersuchen, zu der Ansicht kam, daß der Luftdruck seinen Einfluß auf ein zu ausgedehntes Gebiet ausübe, als daß durch lokale Beobachtungen seine Bedeutung zahlenmäßig festgestellt werden könne. Der parallele Verlauf der Wasserstands- und Luftdruckkurve ist darauf zurückzuführen, daß die Windwirkung ausgeschaltet werden konnte, da durch die gleichmäßige Eisbedeckung des Meeres der Wind seinen Einfluß nicht ausüben konnte. Aus den Beobachtungen hat sich ergeben, daß bei der Veränderung des Barometers um 1 mm ein entsprechendes Fallen oder Steigen des Wasserspiegels um 14,5 mm stattfand, eine dem theoretischen Wert sehr naheliegende Zahl. Weitere derartige Beobachtungen in polaren Gegenden wären außerordentlich erwünscht.



[1]) Deuxième Expédition Antarctique Française (1908-1910). „Etude sur les marées" par E. Godfroy. Paris 1912.

Dieser Überblick über die bisherigen hauptsächlichen Arbeiten über unperiodische Niveauschwankungen beweist, wie außerordentlich schwer es ist, ihre einzelnen Ursachen nach ihrer Größe zu erkennen und zahlenmäßig festzustellen. Noch sind die Ansichten der Forscher über die Größenordnung der einzelnen niveauverändernden Kräfte geteilt; so viel steht aber fest und geht aus den bisherigen Untersuchungen hervor, daß der Wind und der Luftdruck die beiden Faktoren sind, die in erster Linie die lokalen Schwankungen des Meeresspiegels hervorrufen, und denen gegenüber die anderen niveauverändernden Kräfte zurücktreten. In dem nun folgenden Teil ist der Versuch gemacht, eine Formel aufzustellen, mit deren Hilfe man die Wasserstandshöhen einiger Orte bestimmen kann unter alleiniger Berücksichtigung von Wind- und Luftdruck, nachdem Ortt gezeigt hatte, daß trotz dieser Einschränkung die Ergebnisse der Berechnungen den beobachteten Werten sehr nahe kamen.

II. Berechnung der Wasserstandshöhe mit Hilfe einer Formel bei bekanntem Luftdruck und Wind.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß Wind und Luftdruck in der Hauptsache den Unterschied zwischen Beobachtung und Berechnung der Gezeiten für einen bestimmten Ort hervorrufen, hat der Holländer J. L Ortt,[1]) Ingenieur v. d. Waterstaat, den Versuch gemacht, für zwei Orte der holländischen Küste, für Ymuiden und Hoek van Holland, diese Differenzen durch eine Korrektionsformel festzustellen. Sie soll bei bekannter Windrichtung, Windstärke und Barometerstand einen Wert ergeben, der den vorausberechneten Werten der Gezeitentafeln hinzugefügt oder von ihnen abgezogen, die Höhe des tatsächlichen Wasserstandes darstellt. Diese Formel lautet nach Ortt:

$$C = (KR - a) + Rb\ (B - 76{,}0)$$

und zwar bedeuten hierin:

C = die an den Höhen der Gezeitentafeln anzubringende Korrektion in Zentimetern.
K = ein Koeffizient abhängig von der Windstärke.
R = ein Koeffizient abhängig von der Windrichtung.
−a = die Korrektion, welche angebracht werden muß bei vollkommener Windstille (wenn also K = O ist).
Rb = ein Koeffizient, abhängig von der Windrichtung bezüglich des Barometerstandes.
B = der Barometerstand in cm Quecksilber.

Ortt hat diese Koeffizienten für die beiden oben erwähnten Orte für die Jahre 1895 und 1896 berechnet und für den praktischen Gebrauch für beide Orte zusammen eine Formel aufgestellt. Das holländische hydrographische Amt hat diese Formeln nun in die Gezeitentafeln für 1904 aufgenommen und zwar als anwendbar für die ganze holländische Küste, eine Verallgemeinerung, der man nicht ohne weiteres zustimmen kann. Hierauf macht Wegemann[2]) mit Recht aufmerksam, denn sicherlich wird man für die ganze niederländische Küste mit einer

[1]) Ortt: Der Einfluß des Windes und des Luftdrucks auf die Gezeiten. Annal. d. Hydr. 1897.
[2]) Wegemann: Ann. d. Hydr. 1904. S. 204 ff.

Formel nicht auskommen, da der Einfluß von Wind und Luftdruck an flachen Küsten sich anders wie in tiefem Wasser verhält. Ferner ist die Wirkung in abgeschlossenen Buchten eine andere, wie an offenen Küsten. Und der Verlauf der holländischen Küste zeigt deutlich, daß der Einfluß des Windes sehr verschieden sich geltend machen wird, z. B. im Rheindelta und in der Zuidersee sich anders äußern muß, wie an der geschlossenen Küste von Helder bis Hoek van Holland.

Infolgedessen schien es geboten, einmal den Versuch zu machen, ob überhaupt die allgemeine Orttsche Korrektionsformel für Küstenorte anderer Meere in Anwendung gebracht werden kann, und zwar für solche Orte, wo der Einfluß der Gezeiten möglichst verschwindend ist, um umso besser die Wirkungen des Windes und des Luftdrucks auf den Wasserstand beobachten zu können. Zugleich sollte festgestellt werden, ob sich für zwei benachbarte Punkte an der Küste eine gemeinsame Formel nach Art der Orttschen aufstellen läßt (Kiel-Friedrichsort). Bei der Auswahl der Orte wurde besondere Rücksicht auf ihre Lage genommen; so wurde Kiel als ein Punkt, der am innersten Ende einer weit ins Land hineingreifenden Bucht liegt, gewählt; ferner Friedrichsort mit ähnlicher Lage, Darsser-Ort als ein Platz an der offenen Küste und Arkona schließlich auf der NE.-Spitze Rügens gelegen, als ein Ort mit möglichst freier Lage.

Kurz zusammengefaßt läßt sich also die Aufgabe formulieren:

Kann für die Orte Kiel, Friedrichsort, Darsser-Ort und Arkona eine Formel aufgestellt werden, mit deren Hilfe man bei bekannter Windrichtung, Windstärke und bekanntem Barometerstand die Abweichung des jeweiligen Wasserstandes vom Nullpunkt des Pegels annähernd berechnen kann?

Es soll zunächst die Methode eingehend geschildert werden, die Ortt seinen Rechnungen zugrunde gelegt hat, und die auch von mir benutzt worden ist, da Ortt sie nur andeutet. Denn solche Untersuchungen sind sowohl für den Führer eines Schiffes als auch für den Theoretiker von nicht zu unterschätzender Bedeutung und es ist notwendig, für möglichst viele Orte solche Berechnungen anzustellen. Aus diesem Grunde ist eine ausführliche Schilderung auch sehr wertvoll.

Wie schon weiter oben erwähnt, hat Ortt seine Formeln aus den Beobachtungen abgeleitet, die in den Jahren 1895 und 1896 in Ymuiden und Hoek van Holland angestellt worden sind, und zwar führt er seine Berechnungen sowohl für Hochwasser wie für Niedrigwasser getrennt aus, um eine Kontrolle zu erhalten. Während ihm in Hoek van Holland die Aufzeichnungen eines selbstregistrierenden Windmessers zur Verfügung standen, wurde in Ymuiden die Windstärke nach einer besonderen Skala, der Ymuiden-Skala, geschätzt. Eine Tabelle gibt die gleichwertigen Teile der Beaufortskala und die Geschwindigkeit in m pro Sekunde (Skottsche Werte) an, die aber nach Wegemann[1]) entschieden zu groß sind.

Ortt bringt nun die beobachtete Tide mit der im Durchschnitt sechs Stunden vorher beobachteten Windrichtung und Windstärke zusammen, indem er sich auf Beobachtungen stützt, die man in Hoek van Holland gemacht hatte. Bei 60 Beobachtungen war hier der Ein-

[1]) Annal. d. Hydr. 1904. 208.

fluß des Windes im Mittel höchstens nach sechs Stunden, bei 17 Beobachtungen mindestens nach fünf Stunden an der Höhe des Wassers nachzuweisen, die Zeit von dem Augenblick an gerechnet, wo ein bestimmter Wind angefangen oder aufgehört hatte zu wehen. Gewiß sind die Einwände, die Wegemann[1]) gegen dies Verfahren erhebt, nicht von der Hand zu weisen: So macht ein starker Wind sich in kürzerer Zeit als sechs Stunden bemerkbar, wie schon aus den Ausführungen von Lentz bei der Schilderung der Sturmflut im Jahre 1872 an den deutschen Küsten hervorgeht. Auch aus einem Aufsatze Bubendeys[2]) über die Sturmfluten in der Nordsee vom 12. Februar und 23. Dezember 1891 geht diese Tatsache hervor. Aber immerhin gibt doch die Annahme, daß ein bestimmter Wind — vorausgesetzt, daß er konstant aus derselben Richtung mit gleicher Stärke weht — sechs Stunden nötig hat, um den Wasserstand auf die ihm entsprechende Höhe zu bringen, einen Mittelwert, der im allgemeinen der Wirklichkeit ziemlich nahe kommt. Bei meinen Rechnungen habe ich deshalb auch den am Pegel abgelesenen Wasserstandswert mit der sechs Stunden früher gemachten Beobachtung von Windrichtung und Windstärke verbunden. Dagegen wird sich der Einfluß des Luftdrucks auf den Meeresspiegel wohl schon eher bemerkbar machen, wenn darüber auch noch nichts Sicheres bekannt ist; jedenfalls hielt ich es für angebracht, den jeweiligen Wasserstand mit dem gleichzeitigen Luftdruck in Verbindung zu bringen.

Zuerst wurde eine Klassifikation der von mir benutzten Wasserstände vorgenommen und zwar nach der dazu gehörigen Windrichtung und Windstärke, es wurden also alle bei einer bestimmten Windrichtung und Windstärke beobachteten Wasserstände unter einer Rubrik zusammengebracht. So wurden z. B. in Kiel alle die in den fünf Beobachtungsjahren wahrgenommenen Wasserstände bei N_1, N_2, N_3 und so fort, dann bei NE_1, NE_2, NE_3 und so fort in je einer Gruppe vereinigt, also angenommen, daß jede dieser Gruppen einem bestimmten Einfluß des Windes entspricht; ferner wurden die Windrichtungen, die nach der 16teiligen Windrose beobachtet worden waren, auf eine solche von acht Teilen reduziert, in der Art, daß z. B. NNE. zu N., SSW. zu S. gerechnet wurde, da die Anzahl der aus diesen Zwischenrichtungen wehenden Winde zu gering war, um in der Berechnung für einen Zeitraum von fünf Jahren einwandfreie Resultate zu ergeben; eine weitere Annahme war dann die, daß die Unterschiede der Wasserstände in den einzelnen Gruppen durch verschiedenen Luftdruck bedingt wurden.

Es wurde nun der Windeinfluß in einer solchen Gruppe bei normalem Barometerstand von 76 cm mit x bezeichnet, y stellt das „Verhältnis der Abweichungen von Quecksilber und Seestand von ihren Normalwerten dar (also y cm im Seestand pro cm Barometerunterschied)". Unter v ist der beobachtete Wasserstand zu verstehen, die positive oder negative Abweichung vom Nullpunkt des Pegels, und der jeweilige Barometerstand sei 76 + bem. Dann erhält man:

$$x \quad by \quad v.$$

Der jeweilige Wasserstand (v) sei also eine Funktion des Windeinflusses (x) und des Barometereinflusses (by). Man erhält auf diese Weise aus n Beobachtungen bei einer Windgruppe n

[1]) Annal. d. Hydr. 1904. 204.

[2]) Bubendey: Zentralblatt der Bauverwaltung. 1895.

Gleichungen mit zwei Unbekannten, die nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden können. Mit Hilfe dieser Ausgleichsrechnung ist es möglich, die wahrscheinlichsten Werte von x und y so zu bestimmen, daß sie möglichst annähernd den Bedingungen dieser n Gleichungen, die doch mehr oder weniger voneinander abweichen, genügen. Ich werde bei der Darstellung meiner Berechnungen von Kiel ein Beispiel dieser Ausgleichsrechnung anführen. Während Ortt diese Berechnungsart von x und y nur bei solchen Gruppen anwendet, die mindestens 10 solcher Gleichungen enthalten, habe ich zur Bestimmung von x und y die Methode der kleinsten Quadrate nur dann angewendet, wenn die einzelnen Windgruppen mehr als 15 Beobachtungsgleichungen aufwiesen. Anderenfalls wurde der normale Wert für x auf graphischem Wege ermittelt: Die rechnerisch gefundenen x-Werte bei einer bestimmten Windrichtung wurden in ein Koordinatensystem eingetragen, und da nun im allgemeinen die Verbindungslinie der eingezeichneten Fixpunkte einen normalen Kurvenverlauf nahm, so ließen sich die Werte für x aus solchen Gruppen mit weniger als 15 Beobachtungen auf einfachem Wege ermitteln, die nur bei großer Windstärke auf Genauigkeit keinen Anspruch machen konnten und infolgedessen unberücksichtigt blieben. Die so gefundenen Werte für x dienten dann zur Berechnung der y-Werte. Auch alle bei Windstille gemachten Beobachtungen wurden in einer Gruppe vereinigt, und die Werte für x und y daraus bestimmt.

Nach dieser allgemeinen Darlegung der Methode gebe ich nun im folgenden die Resultate meiner Rechnungen der einzelnen Orte für die Jahre 1881/1888.

1. Kiel.

Als Material standen mir für Kiel einmal die stündlichen Aufzeichnungen des selbstregistrierenden Pegels der Kaiserlichen Werft zur Verfügung; die meteorologischen Daten, Windstärke, Windrichtung und Barometerstand wurden den Beobachtungsreihen des Kgl. Physik. Instituts entnommen, die in den Veröffentlichungen der Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere: „Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei", publiziert sind. Die Registrierung der Windstärken geschah hier bereits in den Jahren 1884/1888 in m pro Sekunden, während in Friedrichsort, Darsser-Ort und Arkona die Windgeschwindigkeit für dieselbe Zeit nach der 12teiligen Beaufort-Skala angegeben wurde. Um nun einen besseren Vergleich zwischen Kiel und den anderen Orten zu ermöglichen, habe ich eine Umrechnung der Windstärke in m pro Sekunde in der Windstärke nach der Beaufort-Skala vorgenommen und zwar nach den Angaben Köppens.[1]) Bei ihm entspricht z. B.

Beaufort-Skala Stärke 3 einer Geschwind. v. 4,8 m
„ „ 4 „ „ „ 6,7 m
„ „ 5 „ „ „ 8,8 m

Alle Windgeschwindigkeiten zwischen 5.9 und 7,7 m sind daher von mir gleich Windstärke 4 der Beaufort-Skala gesetzt und verwertet worden. Folgende Tabelle gibt darüber näher Aufschluß:

Die Ablesungen von Windrichtung und -geschwindigkeit fanden um 6 h morgens, 2 h mittags und 10 h abends statt. Gemäß meiner Ausführungen weiter oben, daß der Wind im allgemeinen sechs Stunden braucht, um seinen Einfluß auf den Wasserstand auszuüben, wurden diese Beobachtungen mit den Wasserstandsaufzeichnungen um 12 h mittags, 8 h abends und 4 h morgens zusammengebracht; der Barometerstand wurde zu denselben Zeiten abgelesen wie die Wasserstandsbeobachtungen.

Tabelle 2.

Geschwindigkeit in m pro Sec.		Windstärke nach Beaufort
0	0—0,9	0
1,7	1—2,4	1
3,1	2,5—3,9	2
4,8	4—5,8	3
6,7	5,9—7,7	4
8,8	7,8—9,8	5
10,7	9,9—11,8	6
12,9	11,9—14,1	7
15,4	14,2—16,7	8

Zum besseren Verständnis meiner Ausführungen soll die Rechnungsmethode an einem Zahlenbeispiel dargelegt werden, da sich bei der Ausführung der Rechnungen doch mancherlei Schwierigkeiten ergeben, die sich nach den allgemeinen Orttschen Angaben nicht immer lösen lassen. Der Kürze wegen wähle ich eine Gruppe mit nur 16 Beobachtungsgleichungen.

Windrichtung NE., Windstärke 4.

Aus den Windbeobachtungen in Kiel wurden alle NE.-Winde bei Stärke 4 von den Jahren 1884/1888 in dieser Gruppe vereinigt und mit den dazu gehörigen Wasser- und Barometerständen zusammengebracht. Wurde also beispielsweise um 6 h morgens der Wind NE. 4 registriert, betrug der Luftdruck um 12 h 766,1 mm und die Wasserstandshöhe + 51 cm, so werden diese Werte nach der früher entwickelten allgemeinen Formel $x + by = v$ zum Ausdruck kommen in der Gleichung

$$x + 0{,}64\ y = + 51.$$

Die 16 Gleichungen, aus denen die zwei Unbekannten x und y zu bestimmen sind, lauten in unserem Fall:

$x + 0{,}25\ y = + 91$	$x - 0{,}40\ y = + 82$
$x + 0{,}04\ y = + 62$	$x - 0{,}50\ y = + 71$
$x + 0{,}23\ y = + 83$	$x - 1{,}03\ y = + 74$
$x + 0{,}07\ y = + 69$	$x - 0{,}23\ y = + 46$
$x + 0{,}46\ y = + 58$	$x - 0{,}08\ y = + 63$
$x + 0{,}39\ y = + 87$	$x - 0{,}10\ y = + 66$
$x + 0{,}04\ y = + 27$	$x - 0{,}01\ y = + 100$
$x + 0{,}64\ y = + 51$	$x - 0{,}22\ y = + 50$

Nach der Methode der kleinsten Quadrate sind dann diese 16 Gleichungen auf zwei Normalgleichungen zu reduzieren, die nach Steinhauser: „Empirische Formeln", folgende Gestalt annehmen:

$$n \cdot x + y \Sigma (b) = \Sigma (v)$$
$$x \Sigma (b) + y \Sigma (b^2) = \Sigma (v \cdot b)$$

	b^2	$v \cdot b$
1.	0,0625	+ 23,50
2.	0,0016	+ 2,48
3.	0,0529	+ 19,09
4.	0,0019	+ 4,83
5.	0,2116	+ 26,68
6.	0,1521	+ 33,93
7.	0,0016	+ 1,08
8.	0,4096	+ 32,64
9.	0,1600	— 32,80
10.	0,2500	— 35,50
11.	0,0609	— 76,22
12.	0,0529	— 10,58
13.	0,0064	— 5,01
14.	0,0100	— 0,66
15.	0,0001	— 1,00
16.	0,0484	— 11,00
Σ	2,4855;	$\Sigma (v \cdot b) =$ — 28,57

In unserem Falle heißen die beiden Normalgleichungen somit:

$$\text{I.} \quad 16\,x - 0{,}45\,y = +\,1083$$

$$\text{II.} \quad -\,0{,}45\,x + 2{,}486\,y = -\,28{,}57$$

Die Auflösung der zwei Gleichungen ergibt für die beiden Unbekannten x und y die Werte:

$$x = +\,68$$

$$y = +\,0{,}75$$

In dieser Weise sind die Berechnungen ausgeführt worden und zwar standen mir für Kiel insgesamt 4821 Beobachtungen zur Verfügung (in den Wintermonaten war der Flutmesser bei starkem Frost verschiedentlich nicht in Betrieb), an erster Stelle stehen die Windbeobachtungen aus SW. mit 708, an letzter die Beobachtungen bei Nordwind mit 118. Als Resultate ergaben sich nun folgende Werte für x und y.

Tabelle 3.

Berechnete Werte für x.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	16	16	15	6	— 2	— 4	+ 5	11
2	37	29	24	7	— 15	— 16	— 2	15
3	77	47	39	0	— 30	— 32	— 12	20
4	152	74	64	—	— 47	— 51	— 28	27
5	—	111	104	—	— 70	— 75	— 50	34
6		156	150		100	- 105	— 81	42

Die nicht rechnerisch, sondern auf graphischem Wege gefundenen Werte von x sind durch Fettdruck hervorgehoben worden. Der berechnete Wert für x bei Windstille beträgt + 9 cm.

Tabelle 4.
Berechnete Werte für y.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	— 1	— 10	— 7	+ 2	— 4	— 5	— 2	0
2	+ 1	— 9	— 8	+ 4	+ 2	— 1	+ 4	— 1
3	— 1	— 6	— 15	+ 5	+ 5	+ 4	+ 5	+ 2
4	—	— 8	— 18	—	— 1	+ 14	+ 1	— 1
5	—	— 2	—	—	—	+ 8	—	— 1

Aus der Tabelle 3 geht auf den ersten Blick deutlich hervor, wie die ablandigen Winde mit zunehmender Windstärke ein gleichmäßiges Fallen, die auflandigen dagegen ein gleichmäßiges Steigen des Wasserspiegels bewirken. Nordwinde rufen das stärkste Anschwellen, SW.- und W.-Winde ziemlich gleichartig das stärkste Sinken im Wasserstand des inneren Kieler Hafens hervor. Nur bei SE.-Winden war kein kontinuierlicher Kurvenverlauf zu konstatieren, es scheint so, als ob bei Winden aus dieser Richtung der Wasserstand sich ziemlich indifferent verhält.

Dagegen zeigt die Tabelle der y-Werte nur in beschränktem Maße ein gleichförmiges Steigen oder Fallen bei den verschiedenen Windrichtungen und Windstärken, obgleich es z. B. bei NE., E. und SW. klar zu erkennen ist.

Um nun zu versuchen, ob die Wirkung von Wind und Luftdruck auf den Wasserspiegel bei Kiel sich durch eine Formel nach Art der von Ortt gefundenen, darstellen läßt, wurde von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Abweichung des Wasserstandes vom Nullpunkt des Pegels (C) gleichgesetzt wird dem Einfluß von Wind (KR—a) plus dem Luftdruckeinfluß Rb (R—76,0). a, die Korrektion, die bei Windstille angebracht werden muß, hat in unserem Falle den Wert + 9 cm, ist also positiv, somit ist dann:

$$KR + a = x \qquad KR = x - a$$

Man hat also nur in der Tabelle von den für x gefundenen Werten a = + 9 abzuziehen und man bekommt dann eine Tabelle, welche die Werte KR enthält:

Tabelle 5.
Werte für KR.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	7	7	6	— 3	— 11	— 13	— 4	2
2	25	20	15	— 3	— 24	— 25	— 11	3
3	68	38	28	0	— 39	— 41	— 21	11
4	143	65	55	—	— 56	— 60	— 37	18
5	—	102	95	—	— 79	— 84	— 59	25
6	—	147	141		- 109	— 114	- 90	33

Es kommt nun darauf an, diese Produkte aus K und R in die einzelnen Faktoren K und R zu zerlegen, und zwar soll K ein Koeffizient sein, der abhängig von der Windstärke ist, R aber einen von der Windrichtung bestimmten Wert darstellen. Aus der Tabelle 6 ist leicht zu ersehen, auf welche Weise K berechnet werden kann, und mit Hilfe dieser Werte wurde dann auch der Einfluß der Windrichtung R bestimmt. Die Werte für K und R lauten für Kiel folgendermaßen:

Tabelle 6.
Berechnete Werte für K.

Windstärke	Werte für K
1	7
2	16
3	31
4	49
5	74
6	106

Tabelle 7.
Berechnete Werte für R.

Windrichtung	Werte für R
NW	+ 0,3
N	+ 1,5
NE	+ 1,2
E	+ 1,0
SE	— 0,3
S	— 1,3
SW	— 1,3
W	— 0,7

Schließlich ist noch Rb, ein Koeffizient, abhängig von der Windrichtung bezüglich des Barometerstandes aufzustellen. Rb ist nun aber nichts anderes wie y, nur daß Rb die bei einer Windrichtung aufgefundenen Werte für y in einem einzigen Wert vereinigt; bei der Bestimmung von Rb wurde die Anzahl der Beobachtungen berücksichtigt, so daß z. B. der aus einer Gruppe von 250 Gleichungen berechnete Wert von y entsprechend höher bewertet wurde wie ein solcher aus einer Gruppe, die nur 25 Gleichungen enthielt. Das Ergebnis zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 8.
Berechnete Werte für Rb.

Windrichtung	Werte für Rb
N	— 1
NE	— 9
E	— 8
SE	+ 2
S	— 2
SW	— 2
W	+ 2
NW	— 1

Für Kiel wäre somit die Möglichkeit gegeben, für die Berechnung der Höhe des Wasserspiegels eine Formel ähnlich der Orttschen für Ymuiden, aufstellen zu können, die die Form hätte: $C = KR + 9 + Rb\ (B-76{,}0)$.

In der Tat haben eine große Anzahl von Proberechnungen ergeben, daß man mit Hilfe dieser Formel annäherungsweise den Wasserstand in Kiel berechnen kann, wenn man die oben mitgeteilten Werte für die einzelnen Koeffizienten einsetzt. Mathematisch genaue Resultate darf man allerdings nicht erwarten, manchmal weichen die berechneten Werte auch recht beträchtlich von dem tatsächlich beobachteten Wasserstand ab, eine Folge der anderen Einflüsse, die außer Wind und Luftdruck auf die Höhe des Wasserspiegels ihre Wirkung ausüben. Vor allem konnte der Einfluß der Winddauer auf die Wasserstandshöhe nicht berücksichtigt werden. Immerhin dürften mit Hilfe dieser Formel Annäherungswerte berechnet werden, die im allgemeinen von der Wahrheit nicht allzuweit entfernt sind.

Beispiel: Windrichtung NE.
Windstärke 4.
Barometerstand 75,5 cm.

Aus den Tabellen sind die betreffenden Werte abzulesen und zwar ist:

$$KR = 65,\ Rb = -9.$$

In die Formel eingesetzt erhält man:

$$C = [65 + 9] + [-9\ (-0{,}5)]$$
$$C = 74 + 4{,}5$$
$$C = 78{,}5$$

Die Wasserstandshöhe über dem Nullpunkt des Pegels wird also ungefähr 72 cm betragen.

Auf diese Weise sind die Wasserstände für die in Kiel hauptsächlich in Frage kommenden Windrichtungen und für drei Windstärken berechnet und in der nächsten Tabelle zusammengestellt worden. Als Barometerstand wurde ein Quecksilberdruck von 75,5 cm angenommen.

Tabelle 9.

Windstärke	NE	SW	W	NW
2	34	— 15	— 3	13
4	79	— 50	—29	28
6	161	—104	—82	43

Windstärke nach der Beaufort-Skala. Wasserstände in cm.

2. Friedrichsort.

Auch für diese Station beziehen sich die Berechnungen auf den Zeitraum von 1884/1888, denen folgendes Material zugrunde gelegt wurde:

Pegelablesungen: dreimal täglich und zwar 6 h morgens, 12 h mittags und 6 h abends.

Windbeobachtungen: zu denselben Tagesstunden (nach Beaufort).

Die Barometerstände wurden den Beobachtungen des Physik. Instituts Kiel entnommen.

Verwertet wurden die Wasserstandsbeobachtungen am Mittag und am Abend und mit den morgens und mittags gemachten Windobservationen vereinigt. Es kamen somit für meine Berechnungen für Friedrichsort nur zweimal tägliche Ablesungen in Betracht, im Gegensatz zu

dreimal täglichen Werten in Kiel, aber immerhin ist die Anzahl der aufgestellten Gleichungen — 3228, da in den Wasserstandstabellen verschiedentlich Lücken vorhanden sind — völlig hinreichend, um einen zuverlässigen Vergleich der gefundenen Werte mit denen von Kiel zuzulassen. In dem verarbeiteten Material über die Windstärke finden sich in keinem Fall Angaben mit der Stärke 1, und die Windstärke 3 findet sich nur in so vereinzelten Fällen, daß sie bei der Ausrechnung nicht benutzt werden konnten. Deshalb wurden bei allen Windrichtungen die Werte für x der Windstärken 1 und 3 auf graphischem Wege bestimmt, während die dazugehörigen Werte für y nicht ermittelt wurden. Der Gang der Rechnung war fast ganz derselbe wie in Kiel; die beiden folgenden Tabellen enthalten die gefundenen Werte für x und y.

Tabelle 10.

Berechnete Werte für x.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	**16**	**13**	**13**	—	**9**	**9**	**11**	—
2	37	15	17	11	6	7	10	18
3	**22**	**18**	**18**	—	**2**	**4**	**6**	—
4	27	23	25	10	−5	− 1	2	16
5	35	37	29	13	−15	− 7	− 4	15
6	47	58	37	11	−28	−16	−11	16
7	60	88	46	—	−43	−27	−20	—
8	76	**123**	56	—	**−60**	**−42**	−32	—

Tabelle 11.

Berechnete Werte für y.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	−2	− 7	− 1	−6	− 6	− 3	+ 2	−7
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	−3	− 4	− 6	−3	−14	+ 4	+ 5	−2
5	−6	+ 4	−12	+ 1	− 6	+ 6	+ 3	−2
6	−5	−10	− 6	−8	− 7	+ 3	+ 8	−4
7	−3	+ 1	− 8	—	− 9	+21	+ 7	—
8	−3	—	+ 5	—	—	—	−1	—

Bei Windstille ergaben sich die Werte:

$$x = +12 \qquad y = -9$$

Ein Vergleich der Tabelle 10 mit der analogen Tabelle (3) von Kiel ergibt die Tatsache, daß der Wasserspiegel in Friedrichsort bei denselben Winden wie in Kiel sich hebt und senkt, mit Ausnahme bei NW., wo in Friedrichsort ein Fallen oder Steigen bei zunehmender Windstärke

nicht nachgewiesen werden konnte, während in Kiel bei NW. ein kontinuierliches Steigen sich beobachten ließ, wenn auch nicht in dem Maße wie bei N., NE. und E. Winden. Die Lage Friedrichsorts gibt uns die Erklärung für diese Abweichung: Denn NE. Wind ist hier ein ablandiger Wind, der viel eher ein Sinken des Wasserstandes verursachen müßte, eine Erscheinung, die jedoch im allgemeinen nicht eintritt, da bei dieser Windrichtung Wassermassen durch die Fahrrinne am Leuchtturm von der äußeren Kieler Bucht in die Förde hineingetrieben werden, so daß in Friedrichsort der Wasserstand ungefähr auf gleicher Höhe bleibt. In Kiel aber tritt bei nordwestlichen Winden zweifellos eine Stauung ein, die durch die allmähliche Verengerung der Förde noch verstärkt wird.

Auch die y-Werte zeigen innerhalb der einzelnen Windrichtungen ein gleichförmiges Verhalten in bezug auf das Vorzeichen, wenn auch mit Ausnahmen, die aber wohl bei Verwertung eines noch größeren Zeitraumes fortfallen dürften. Die Werte der einzelnen Faktoren, auf dieselbe Weise wie in Kiel berechnet, ergeben sich aus den folgenden Tabellen.

Tabelle 12.
Werte für KR.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	+ 2	+ 1	+ 1	— 1	— 3	— 3	— 1	+4
2	+ 5	+ 3	+ 5	— 1	— 6	— 5	— 2	+4
3	+10	+ 6	+ 6	— 1	—10	— 8	— 6	+4
4	+15	+11	+12	— 1	—17	—13	—10	+4
5	+23	+25	+17	—	—27	—19	—16	—
6	+35	+46	+25	—	—40	—28	—23	—
7	+48	+76	+34	—	—55	—39	—32	—
8	+64	—	+44	—	—72	—54	—44	—

Ebenso wie für Kiel wurden die Werte dieser Produkte KR in die einzelnen Faktoren K, einem Koeffizienten abhängig von der Windstärke und R, einem Koeffizienten abhängig von der Windrichtung zerlegt:

Tabelle 13.
Werte für K.

Windstärke	Werte für K
1	2
2	4
3	6
4	10
5	21
6	33
7	47

Tabelle 14.
Werte für R.

Windrichtung	Werte für R
N	+ 1,2
NE	+ 1
E	+ 0,9
SE	— 0,3
S	— 1,4
SW	— 1,1
W	— 0,8
NW	+ 1

Tabelle 15.
Berechnete Werte für Rb.

Windrichtung	Werte für Rb
N	— 4
NE	— 8
E	— 2
SE	— 1
S	— 3
SW	— 4
W	+ 1
NW	— 2

In der nächsten Tabelle sind für die in Friedrichsort vorherrschenden Windrichtungen die wahrscheinlichen Wasserhöhen für drei Windstärken berechnet worden:

Tabelle 16.

Vorausberechnete Wasserstände in cm.

Windstärke	NE	SW	W
2	19	9	10
4	27	1	2
6	62	— 14	— 12

3. Darsser-Ort.

Auch für diesen Ort wurde das Material der Kommission für Meeresforschung verwandt und zwar wieder für den fünfjährigen Zeitraum 1884/1888. Die Zahl der Beobachtungsgleichungen wurde aber gegenüber Kiel und Friedrichsort dadurch geringer, daß in Darsser-Ort nur täglich einmal, und zwar mittags, der Wasserstand abgelesen wurde, während dreimal tägliche Windbeobachtungen vorlagen; so konnte täglich nur eine Beobachtungsgleichung aufgestellt werden, in den fünf Jahren insgesamt 1784. Die Luftdruckwerte wurden den Aufzeichnungen entnommen, die auf der Normalstation Wustrow der Deutschen Seewarte gemacht wurden, eine Vornahme, die zulässig war, da die Entfernung zwischen Darsser-Ort und Wustrow zu gering ist, um durch merkliche Differenzen im Luftdruck die Rechnungen zu beeinflussen. Ich gebe im folgenden die Tabellen der berechneten Werte der einzelnen Faktoren.

Tabelle 17.

Berechnete Werte für x.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	8	7	4	— 1	— 3	0	1	6
2	13	14	8	+ 4	— 9	— 2	3	12
3	22	25	14	7	— 17	— 5	6	21
4	32	37	22	14	— 27	— 9	10	31
5	42	49	32	23	— 39	— 14	14	42
6	56	62	44	34	— 52	— 21	19	56

Tabelle 18.

Berechnete Werte für y.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	— 6	— 5	— 4	— 1	— 2	— 4	— 2	— 2
2	— 2	+ 4	+ 3	— 3	— 11	— 2	+ 8	— 2
3	+ 1	— 3	— 2	— 1	0	— 6	+ 1	— 2
4	+ 1	— 2	— 2	—	— 1	— 2	— 1	— 1
5	—	— 2	—	—	—	+ 1	+ 2	—
6		— 1	0	—		— 2	— 2	

Bei Windstille wurden gefunden die Werte:

$$x = -1$$
$$y = -2$$

Deutlich geht aus der Tabelle der x-Werte hervor, daß hier der Wind sich auf den Wasserstand in anderer Weise bemerkbar macht wie in Kiel und Friedrichsort, eine Erscheinung, die durch die Lage Darsser-Orts, durch den andersartigen Küstenverlauf, bedingt wird. Nur bei südlichen und südwestlichen Winden tritt eine Erniedrigung des Wasserspiegels ein, sonst eine ständige Erhöhung bei zunehmender Windstärke.

Tabelle 19.
Werte für KR.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	9	8	5	0	— 2	0	+2	7
2	14	15	9	5	— 8	— 1	4	13
3	23	26	15	8	—16	— 4	7	22
4	33	38	23	15	—26	— 8	11	32
5	44	50	33	24	—38	—13	15	43
6	57	63	45	35	—51	—20	20	57

Genau wie in Kiel und Friedrichsort erhält man nach Zerlegung dieser Werte Tabellen für K und R:

Tabelle 20.
Berechnete Werte für K.

Windstärke	Werte für K
1	4
2	9
3	15
4	23
5	33
6	44

Tabelle 21.
Berechnete Werte für R.

Windrichtung	Werte für R
N	+1,6
NE	+1,7
E	+1
SE	+0,5
S	—1
SW	—0,3
W	+0,5
NW	+1,5

Tabelle 22.
Werte für Rb.

Windrichtung	Werte für Rb
N	—4
NE	—3
E	—2
SE	—1
S	—3
SW	—4
W	+1
NW	—2

Tabelle 23.
Vorausberechnete Wasserstände in cm.

Windstärke	N	NE	SW	W
2	15	16	0	3
4	34	39	— 7	10
6	58	64	—19	19

4. Arkona.

Als vierte Station ist Arkona gewählt worden, da es seiner freien Lage wegen auf der NE.-Spitze der Insel Rügen, hinsichtlich der freien Wasserbewegung, entschieden die günstigste Lage einnimmt, um die Gesetze der Wasserbewegung, die in der Ostsee herrschen, deutlich erkennen zu lassen. Seit 1882 wurden hier von der nautischen Abteilung des Reichsmarineamts stündliche Pegelablesungen registriert, die mir für die Jahre 1884/88 vom Hafenbauressort der kaiserlichen Werft Kiel gütigst zur Verfügung gestellt wurden. Als Luftdruckwerte wurden für Arkona diejenigen angenommen, die in der Mitte zwischen denen auf der Station Wustrow und Rügenwaldermünde beobachteten Werten lagen, da mir direkte Ablesungen von Arkona nicht zur Verfügung standen.

Zeit der verwerteten Beobachtungen:

Windbeobachtung: 6 h morgens, 12 h mittags, 6 h abends.

Wasserstandsangaben: 12 h mittags, 6 h abends, 12 h nachts.

Tabelle 24.

Berechnete Werte für x.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	+ 5	+ 4	+ 6	+ 10	+ 10	+ 9	+ 8	+ 7
2	— 1	— 1	+ 4	+ 10	+ 13	+ 12	+ 9	+ 5
3	— 11	— 10	— 1	+ 11	+ 17	+ 15	+ 10	+ 2
4	— 25	— 21	— 3	+ 13	+ 23	+ 19	+ 12	— 1
5	— 41	— 33	— 8	+ 15	+ 30	+ 25	+ 15	— 6
6	— 62	— 50	— 15	+ 18	+ 39	+ 32	+ 20	— 11

Tabelle 25.

Berechnete Werte für y.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	+ 18	+ 12	+ 14	+ 9	+ 6	+ 9	+ 5	— 10
2	+ 21	+ 9	+ 12	+ 13	+ 5	+ 2	+ 1	— 5
3	+ 22	+ 8	+ 12	+ 13	+ 9	+ 5	+ 1	+ 3
4	+ 16	+ 7	+ 15	+ 12	+ 6	— 1	+ 4	+ 6
5	+ 14	+ 7	+ 13	+ 13	+ 6	+ 1	+ 2	+ 4
6	—	+ 6	—	+ 9	+ 1	+ 1	—	— 1

Bei Windstille ergaben sich die Werte

$$x = + 8$$

$$y = - 2$$

Während in Kiel, Friedrichsort und Darsser-Ort bei N., NE. und E. Winden ein Anschwellen des Wasserspiegels erfolgt, tritt in Arkona bei Winden aus dieser Richtung das Umgekehrte ein, weil das Wasser nach Süden oder Westen abfließen kann. Dagegen erhöht sich

aus den Winden, die aus SE., S., SW. und W. wehen, der Wasserstand bei größeren Windstärken, nachdem zunächst ein Fallen eingetreten ist.

Ich gebe in folgenden Tabellen die für Arkona berechneten Werte der einzelnen Koeffizienten:

Tabelle 26.
Berechnete Werte für KR.

Windstärke	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	— 3	— 4	— 2	+ 2	+ 2	+ 1	0	— 1
2	— 9	— 9	— 4	+ 2	+ 5	+ 4	+ 1	— 3
3	—19	—18	— 7	+ 3	+ 9	+ 7	+ 2	— 6
4	—33	—29	—11	+ 5	+15	+11	+ 4	— 9
5	—49	—41	—16	+ 7	+22	+17	+ 7	—14
6	—70	—58	—21	+10	+31	+24	+12	—19

Tabelle 27.
Werte für K.

Windstärke	Werte für K
1	2
2	5
3	9
4	15
5	22
6	31

Tabelle 28.
Berechnete Werte für R.

Windrichtung	Werte für R
N	—2,3
NE	—2
E	—0,8
SE	+0,4
S	+1
SW	+0,7
S	+0,2
NW	—0,6

Tabelle 29.
Berechnete Werte für Rb.

Windrichtung	Werte für Rb
N	+14
NE	+ 9
E	+13
SE	+12
S	+ 6
SW	+ 5
W	+ 3
NW	0

Tabelle 30.
Vorausberechnete Wasserstände in cm.

Windstärke	N	NE	S	SW
2	— 8	— 6	+10	+ 9
4	—32	—23	+20	+16
6	—69	—55	+36	+29

Ergebnisse.

Betrachtet man nun die Hauptergebnisse der Berechnungen, wie sie für Kiel, Friedrichsort, Darsser-Ort und Arkona ausgeführt wurden, so hat sich aus ihnen ergeben, daß der Wasserstand jeweils durch folgende Formeln annähernd berechnet werden kann:

Kiel: $C = KR + 9 + Rb$ (B—76)
Friedrichsort: $C = KR - 12 + Rb$ (B—76)
Darsser-Ort: $C = KR - 1 + Rb$ (B—76)
Arkona: $C = KR + 8 + Rb$ (B—76)

Vergleicht man die Werte der einzelnen Koeffizienten der verschiedenen Orte nach ihrer Größe, so zeigt sich jedoch eine starke Verschiedenheit, die ihren Grund vornehmlich in der wechselnden Küstenfiguration hat. Denn die Lage des Ortes fällt stark ins Gewicht für den Grad der Anschwellung oder Erniedrigung des Wasserstandes, und es hat sich gezeigt, daß es

Tabelle 31.
KR-Werte bei auflandigem Wind.

Windstärke	W Ymuiden	N Darsser-Ort	SE Arkona	NW Hoek van Holland	SE Friedrichsort	NE Kiel
1	3	9	2	4	— 1	7
2	6	14	2	8	— 1	20
3	14	23	3	14	— 1	38
4	22	33	5	20	— 1	65
5	34	44	7	22	—	102
6	48	57	10	34	—	147
7	69	—	12	44	—	—

Tabelle 32.
KR-Werte bei ablandigem Wind.

Windstärke	E Ymuiden	S Darsser-Ort	NW Arkona	SE Hoek van Holland	NW Friedrichsort	SW Kiel
1	— 3	— 2	— 1	— 5	+ 7	— 4
2	— 5	— 8	— 3	— 10	+ 13	— 11
3	— 12	— 16	— 6	— 18	+ 22	— 21
4	— 18	— 26	— 9	— 24	+ 43	— 37
5	— 27	— 38	— 14	— 27	+ 57	— 59
6	— 40	— 51	— 19	— 42	—	— 90
7	— 56	—	— 25	— 55	—	—

nicht statthaft ist, wie das holländische Wasserbauamt es getan hat, die nach der Orttschen Formel berechneten Werte zweier niederländischer Küstenplätze für die ganze Landesküste als gültig zu betrachten. Selbst für zwei so benachbarte Orte wie Kiel und Friedrichsort hat sich keine Übereinstimmung ergeben. Eine tabellarische Zusammenstellung der KR-Werte bei auf- resp. ablandigem Wind zeigt, in welchem Maße die Form des Küstenverlaufs die Größe der Stauung beeinflußt. Zunächst muß bemerkt werden, daß Friedrichsort aus dem Vergleich aus-

scheiden muß, da es durch seine Lage an der Kieler Förde den Verhältnissen, wie sie hier herrschen, unterworfen ist, eine Tatsache, die aus den beiden Tabellen klar hervorgeht. Eine gewisse Ähnlichkeit zeigen die Werte für Ymuiden, Hoek van Holland und Darsser-Ort, die aus der Lage dieser Orte sich erklärt, denn alle drei liegen an einer gleichmäßig verlaufenden Küste. Ganz anders ist die Lage Kiels im Inneren einer sich verengenden Bucht, wodurch ein viel stärkeres Anschwellen resp. Fallen des Wassers bei denselben Windstärken wie an den ebengenannten Orten bedingt wird. Die außerordentlich exponierte Lage Arkonas zeigt endlich — im Gegensatz zu Kiel — daß hier die Windwirkung auf den Wasserstand sehr gering ist, da die Wassermassen nach allen Seiten hin ab- und zufließen können.

Ferner geht aus den Tabellen der x- und y-Werte hervor, in wie starkem Maße der Windeinfluß den des Luftdrucks übertrifft, so daß man in vielen Fällen ihn überhaupt nicht nachweisen kann. Besonders in der Kieler Bucht, wo der Windstau am stärksten zum Ausdruck kommt, ist die Luftdruckwirkung äußerst schwer festzustellen, ihre berechneten mittleren Werte sind nur klein und können vielleicht ganz beiseite gelassen werden, d. h. man kann das Glied Rb (B—76) in der Formel für Kiel fortlassen, da der Unterschied im Resultat noch innerhalb der allgemeinen Fehlergrenzen liegt. Anders z. B. in Arkona: hier, wo der Wind das Wasser nicht so anstauen kann, ist der Einfluß des Luftdrucks leichter nachzuweisen, und die Berechnungen ergeben für ihn größere Werte, als an den anderen Orten.

Aber trotz der Mängel, der gewissen Fehler, mit denen man bei Benutzung obiger Formeln rechnen muß, geben diese doch brauchbare Näherungswerte, die in vielen Fällen von Nutzen sein können, und so wäre eine Berechnung der einzelnen Koeffizienten für eine größere Anzahl Küstenpunkte nur wünschenswert, wobei die Frage nach der Dauer der Wirkung und dem Einfluß der Wassertiefe an der Hand eines sehr viel umfangreicheren Materials zu lösen wäre.

Literaturangabe.

Döge: Untersuchungen über die Wasserstände der Ostsee bei Swinemünde. Dissert. Leipzig 1910.

Hagen: Über Flut und Ebbe in der Ostsee. Abhandl. der Berl. Akad. der Wissenschaften. 1857.

W. Seibt: Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde. Publikat. des kgl. preuß. Geodät. Instit. 1891.

v. Drasche: Bemerkungen zu den neuen und neuesten Theorien über Niveauschwankungen. Leopoldina 1880.

A. Penck: Schwankungen des Meeresspiegels. München 1882.

F. G. Hahn: Albr. Pencks Arbeiten über die Schwankungen des Meeresspiegels. Aussland 1883.

Schaper: Über das Niveau der Ostsee. Mitteil. der Lübecker Geogr. Gesellsch. 1896.

E. Suess: Über die Schwankungen der Wassermenge in umschlossenen Meeresteilen. Wiener akadem. Anzeiger. 1887.

O. Baensch: Die Sturmflut vom 12./13. Dezbr. 1872 an den Ostseeküsten des deutschen Reiches. Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1875.

Ackermann: Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee. Hamburg 1883.

G. Hagen: Vergleich der Wasserstände der Ostsee an der preuß. Küste. Abhandl. der kgl. preuß. Akad. d. Wissensch. 1877.

G. Forchhammer: Über die veränderte Wasserhöhe an den dänischen Küsten. Zeitschrift f. Erdkunde. Neue Folge 1. Berl. 1856. S. 473 ff.

W. Mahlmann: Veränderungen des Meeresniveaus zwischen Amalfi und Gaeta. Monatsberichte d. Gesellsch. f. Erdkunde. Berl. 1840. S. 122 ff.

J. Hann: Über gewisse beträchtliche Unregelmäßigkeiten im Meeresniveau. Mitteil. d. königl. Geogr. Gesellschaft in Wien. 1875. S. 554 ff.

G. Krüger: Über Sturmfluten an den deutschen Küsten der westlichen Ostsee, mit besonderer Berücksichtigung der Sturmflut vom 30./31. Dezember 1904. Dissertation. Greifswald 1910.

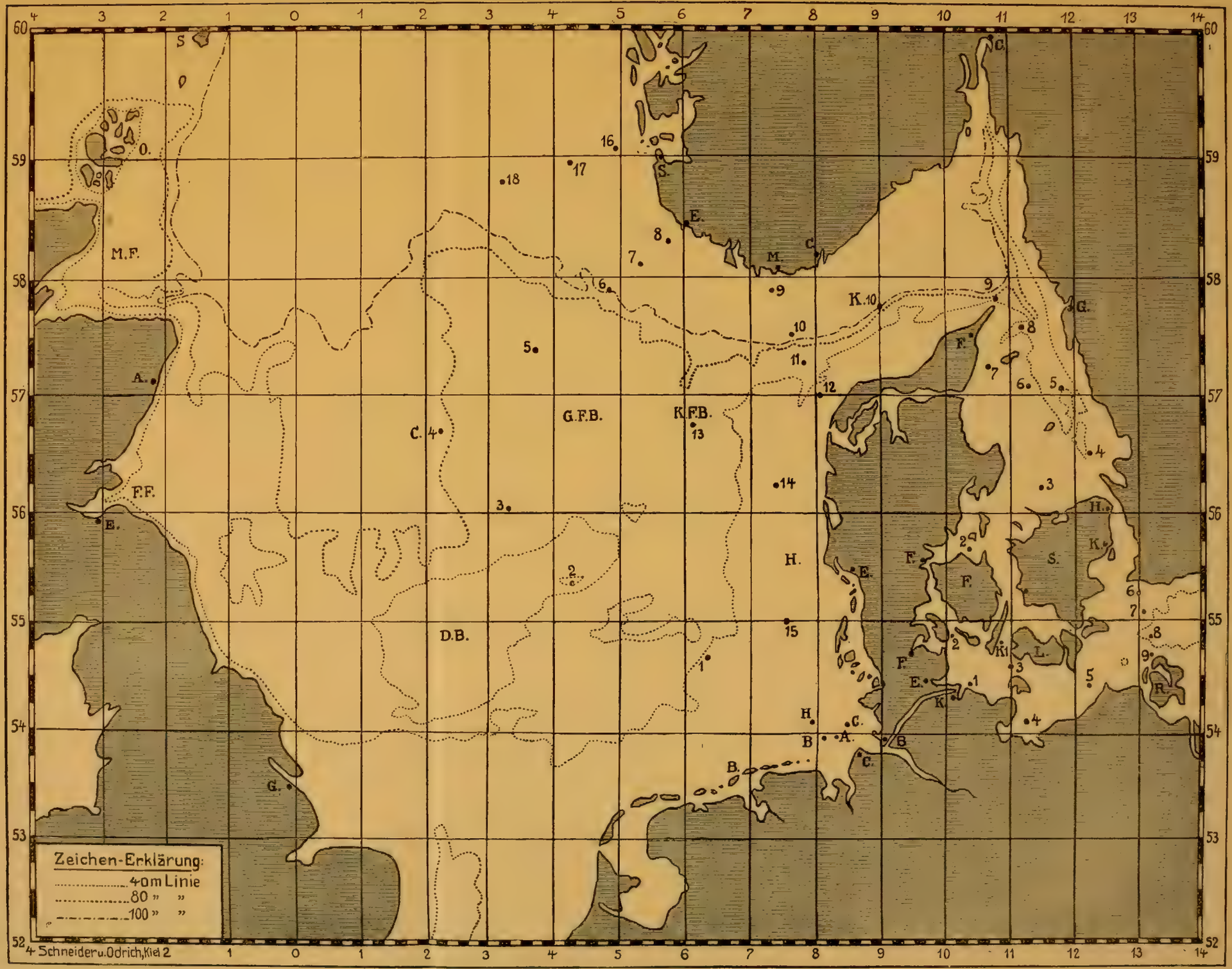
E. F. Piccaro: Beiträge zur physischen Geographie des Finnischen Meerbusens. Dissertation. Kiel 1903.

A. Supan: Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig 1911.

G. H. Darwin: The Tides and kindred Phenomena in the Solar-System. London 1898.

R. Witting: Zur Kenntnis der vom Wind erzeugten Oberflächenströmung. Annalen d. Hydr. XXXVII. 1909.

(Außer dieser angeführten Literatur wurden zu der Arbeit die bereits unter dem Text angegebenen Bücher gebraucht.)


Zeichen-Erklärung:
40 m Linie
80 " "
100 " "
M.F.
F.F.
G.F.B.
K.F.B.
D.B.
H.
S.
E.
M.
C.
K.
G.
A.
B.
O.
L.
R.
4 Schneider u. Odrich, Kiel 2

Zeichenerklärung
K.B. = Kleiner Belt.
G.B. = Großer Belt.
S. = Sund.
P.B. = Plantagenetbank
A.G. = Adlergrund.
M.B. = Mittelbank.
St.B. = Stolperbank.
Fünen
Seeland
Laaland
Kiel
K.B.
G.B.
P.B.
A.G.
M.B.
St.B.
D.B.

Vierte Mitteilung

über

quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen im Meerwasser und Boden, sowie von gelöster Kieselsäure im Meerwasser.

Von

Dr. **E. Raben**

in Kiel.

Mit 3 Karten.

In den folgenden Tabellen bringe ich die im Laufe der Jahre 1911 und 1912 für Stickstoffverbindungen und Kieselsäure ermittelten Werte in den auf den Fahrten des „Poseidon" geschöpften Wasser- und einigen Bodenproben der Nordsee, Ostsee und der Elbmündung in dem Abschnitt zwischen Brunsbüttel und Helgoland.

Soweit wie möglich, habe ich die Bestimmung der Stickstoffverbindungen in der frischgeschöpften Wasserprobe gleich an Bord ausgeführt; wo dieses, wie aus den Tabellen ersichtlich, nicht geschehen ist, ist die Probe, wie auch früher, mit Quecksilberchlorid im Verhältnis 1:1000 vergiftet und später im Laboratorium an Land untersucht.

Im letzteren Falle habe ich die direkte Bestimmung der Salpetrigensäure und auch die des albuminoiden Ammoniaks nicht ausgeführt, weil der Nachweis dieser beiden Verbindungen an der vergifteten Probe nicht so einwandsfrei ist, wie die an der frischen an Bord verarbeiteten.

Wo die gelotete mit der Schöpftiefe (Kolumne 5 und 6 der Tabellen) übereinstimmt, stammt die Wasserprobe aus der Wasserschicht, die sich direkt über dem Boden befindet, von wo dieselbe mit Hilfe des Buchanan-Wasserschöpfers entnommen wird, welcher, beim Aufstoßen auf den Meeresgrund, in der unter dem Wasserbehälter befindlichen Schlammröhre eine Probe des Bodens, in dem über der Schlammröhre befindlichen, von diesem durch ein Gummiklappenventil getrennten, Behälter, das über dem Boden stehende Wasser (ca. ¾ Liter) in sich aufnimmt.

Bezüglich der Ausführung der Bestimmung von Ammoniak, (Nitrit + Nitrat) und Gesamtstickstoff — die beiden letzteren durch Reduktion mittelst Aluminiumamalgam — habe ich nichts neues hinzuzufügen und verweise auf meine früheren Abhandlungen (9).

Die für Salpetrigesäure gefundenen Zahlenwerte sind, wie aus den Tabellen ersichtlich, äußerst gering. Ich muß das besonders erwähnen, um zu zeigen, daß der für Nitrit ermittelte Wert für die Menge des Nitrats und Gesamtstickstoffs rechnerisch nicht von irgend welchem Belang ist. Man begeht also kaum einen Fehler, wenn man die Werte für Nitrit + Nitrat, welche in vergifteten und an Land untersuchten Wasserproben gefunden, ohne weiteres als Nitrate anspricht.

Ferner bestimme ich die Menge des Nitrats resp. Nitrits + Nitrat nicht mehr direkt, sondern aus der Differenz von Gesamt- minus Ammoniak-Stickstoff, einerseits, weil ich glaube, annehmen zu dürfen, daß mir meine Erfahrung diese Erleichterung der Analyse wohl gestattet, diesen Wert aus der Differenz anzugeben, andererseits, weil ich, ohne diese Bestimmung direkt auszuführen, an Bord schon vier Kühler für die übrigen Bestimmungen in Tätigkeit setzen muß, auch die direkte Ermittelung von Nitrit + Nitrat resp. Nitrat nur unnötigen Aufwand von Zeit und Apparatur kostet, wo man, zumal an Bord, mit möglichst wenigen und möglichst einfachen Glasapparaten auszukommen sucht. Selbstverständlich führe ich die Bestimmung zur

Kontrolle meiner Analyse aus, sowie der für Gesamtstickstoff gefundene Wert mir irgendwie zu Zweifel an seine Richtigkeit Veranlassung gibt.

In einer Arbeit von Ringer (10), Zuidersee-Rapport, welche 1907 ausgegeben, mir aber jetzt erst bekannt geworden ist und welche außer Fischereiergebnissen auch die Resultate von biologisch-chemischen und hydrographischen Untersuchungen, ausgeführt in den Jahren 1905 u. 1906, bringt, habe ich zu meiner Genugtuung gesehen, daß Ringer auch den Nachweis der

Salpetersäure

ausgeführt hat, und zwar nach der von mir angewendeten Methode: Reduktion des Nitratstickstoffes mittelst Aluminiumamalgam zu Ammoniak und kolorimetrische Bestimmung des letzteren im Destillat mit Nesslers Reagens. Mit Ausnahme von zwei abnorm hohen Werten an Nitratstickstoff — 0,550 mg pro Liter im Wasser südlich der Insel Schokland und 0,492 mg bei Blankenham —, deren Ursache ich im ersteren Falle dem Einfluß der Ausmündung des Ijssel-Flusses, im anderen Falle dem Einfluß von Flußwasser aus dem Kuinder-Kanal zuschreiben möchte, hat er merkwürdigerweise im Durchschnitt recht geringe Mengen gefunden.

In fünf Wasserproben Werte von 0,101 — 0,106 — 0,117 — 0,133 und 0,182, also von einer Größenordnung, wie ich dieselben im Wasser der Nord- und Ostsee festgestellt habe.

Die übrigen Werte sind viel niedriger, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

In 6	Wasserproben	der	Zuidersee	im	Mittel	0,005	mg	Nitratstickstoff	im Liter
„ 5	„	„	„	„	„	,014	mg	„	„ „
„ 8	„	„	„	„	„	,021	mg	„	„ „
„ 1	„	„	„	„	„	,036	mg	„	„ „
„ 5	„	„	„	„	„	,014	mg	„	„ „
„ 7	„	„	„	„	„	,062	mg	„	„ „

Es steht zu erwarten, daß Ringer weitere Untersuchungen über die Nitratmengen in der Zuidersee ausführen wird, zumal er selber den Eindruck gewonnen hat, daß dieses Wasserbecken ein ganz besonders geeignetes Objekt ist, um eine Fortsetzung der Untersuchungen in dieser Richtung zu begründen.

Erstens ist die Zuidersee ziemlich groß und gut befahrbar, außerdem ist die Tiefe (bis 50 m) so gering, daß kein Nährstoff durch Versinken dem Kreislauf entzogen werden kann, während beträchtliche Mengen durch Flußwasser eingeführt werden.

Ferner führen verschiedene Städte nicht unbedeutende Mengen von Abfallstoffen hinein, so daß eine hohe Produktivität dieser See erwartet werden darf. Ganz entschieden betont Ringer die Bedeutung der salpetersauren Salze für die Ernährung, wie es schon früher von Brandt (6) ausführlich klargelegt worden ist.

Im übrigen erwartet er auch erst dann eine vollständige Aufklärung für die Ursachen einer größeren und geringeren Produktionsfähigkeit, wenn wir über die Bakterien, welche im Haushalte des Meeres von ausschlaggebender Bedeutung sind, eingehender unterrichtet sein werden.

Die für fertig vorhandenes Ammoniak ermittelten Zahlen geben im Mittel aus 48 Analysen 0,055 mg pro Liter, schwankend von 0,015 bis 0,148; etwa 30 Proben weisen einen Gehalt

von ca. 0,05 mg Ammoniak-Stickstoff auf, ein Wert, der für Nord- und Ostsee auch als Mittel gelten kann.

Im Anschluß hieran möchte ich noch eines ganz plumpen Versuches von Gebbing (15 Seite 192 u. f.) Erwähnung tun.

Schloesing (19) (Liebig und Kopp 1875, Seite 168) hatte die Vermutung ausgesprochen, daß, zumal in der heißen Zone, das Ammoniak als solches in die Atmosphäre entweicht und den Kontinenten wieder zugeführt wird.

Diese Ansicht Schloesings scheint Gebbing vor allen Dingen deswegen auch zu seiner eigenen zu machen, weil er den Prozeß der Denitrifikation nicht als notwendig anerkennen will, wie er denn überhaupt die Annahme einer oder die Tätigkeit von nitrifizierenden als auch denitrifizierenden Bakterien, als überflüssig hinstellen möchte, da er die Meinung ausspricht, daß die ganzen Stoffumsetzungen ebensogut auf katalytischem Wege zustande kämen.

Das letztere ist sicher möglich, aber da auch im offenen Meere denitrifizierende und in Küstennähe auch nitrifizierende Bakterien nachgewiesen sind, so müssen diese, um zu leben und sich zu vermehren, eben ihre spezifische Tätigkeit ausüben.

Der Versuch nun, den Gebbing angestellt hat, um die Richtigkeit der Schloesingschen Ansicht — Verdunsten von Ammoniak in die Atmosphäre — zu beweisen, ist folgendermaßen angestellt.

Zu dem Inhalt eines Rundkolbens, der mit Seewasser und einem bestimmten Gehalt von Ammonsalz beschickt war, hat er ein wenig Kalilauge hinzugegeben, um das Seewasser alkalisch zu machen, dann den Kolben auf 25—27° erwärmt und einen reinen Luftstrom über die Oberfläche des Inhaltes streichen lassen. Nach 33 Tagen stellte er dann das „überraschende Ergebnis" fest, daß der Stickstoffgehalt des Kolbeninhaltes auf 47,4 % des ursprünglichen Gehaltes reduziert war.

Dieser Versuch Gebbings beweist nur, daß es auch möglich ist, bei niedriger Temperatur aus einer ammonsalzhaltigen, sehr verdünnten Kalilauge mit Hilfe eines Luftstromes das abgespaltene Ammoniak abzudestillieren, ein Beweis der überflüssig war, da diese Tatsache bekannt ist.

Hätte Gebbing nur Meerwasser ohne Kalilauge für seine Versuchsanordnung genommen, wäre er zu einem anderen Resultat gekommen.

Nach Ruppin (18) ist Seewasser in Wirklichkeit kaum alkalisch zu nennen, oder die Alkalinität kann nur äußerst gering sein, denn es tritt nach Zusatz von Phenolphtalein keine Rotfärbung ein, obgleich dieses Reagens noch eine Hydroxylionenkonzentration von 10^{-5} anzeigt.

Es war nötig, die Gebbingsche Versuchsanordnung richtig zu beleuchten, damit Leser, die solche Versuche nicht kritisch beurteilen können, dieselben nicht etwa als beweiskräftig ansehen.

Außer den Analysen von Nord- und Ostseewasser bringe ich noch in Tabelle Nr. IV eine Serie von Werten in Wasserproben, welche im Jahre 1910 von den Teilnehmern der Zeppelin-Expedition nach Spitzbergen gesammelt und von mir im Kieler Laboratorium analysiert worden sind.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

Die Stationen III, IV und V b liegen in Landnähe an der Nordost-Ecke von Spitzbergen, die Stationen I, II, VI und VII zwischen Spitzbergen und dem nördlichen Norwegen.

Von 32 Wasserproben befanden sich 25 in Flaschen mit Patentverschluß (Porzellanknopf mit Gummiring), die übrigen sieben in evakuierten Röhren.

Der Inhalt der letzteren war überhaupt nicht vergiftet, weshalb die gefundenen Zahlen auf Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen können.

Beide Arten der Aufbewahrung von Meerwasser für die Untersuchung auf Stickstoffverbindungen sind nicht zu empfehlen.

Ist der Gummiring des Patentverschlusses aus minderwertigem Material hergestellt und enthält dasselbe einen Überschuß an Vulkanisierungsmittel ($S Cl_2$), so kann, da sich die Chlorverbindungen der Metalloide mit Wasser umsetzen, freie Salzsäure entstehen.

Diese greift die organischen Verbindungen im Meerwasser an und beim Destillieren aus der alkalisch gemachten Flüssigkeit spaltet sich Ammoniak ab, welches alsdann irrtümlich als aus anorganischer Quelle stammend, angesprochen wird.

Eine Verwendung von evakuierten Röhren ist auch nicht angebracht, zumal, wenn das Evakuieren mit Quecksilber und langen Schlauchverbindungen geschehen ist, weil es sich nicht vermeiden läßt, daß sich in der Röhre Verunreinigungen ablagern.

Die einzig richtige und einfachste Art, Wasserproben für spätere Untersuchung an Land zu konservieren, ist die Verwendung von Flaschen mit gut eingeschliffenem Glasstöpsel. Man spült die Flasche mehrere Male mit dem betreffenden Wasser aus, füllt sie, gibt auf einen Liter Wasser 1 g Sublimat ($Hg Cl_2$) und bindet dieselben mit Pergamentpapier zu.

Zehn der auf der Fahrt nach Spitzbergen geschöpften Proben waren nicht mit Sublimat, sondern mit Kupfersulfat vergiftet. Sofern letzteres wirklich rein ist, läßt sich gegen diese Art der Konservierung auch nichts einwenden; vielleicht kann dieselbe sogar vorteilhaft sein, weil der durch das Kupfersulfat im Seewasser entstehende feine Niederschlag von basisch-kohlensaurem Kupfer suspendierte Stoffe mit sich zu Boden reißt.

Wie notwendig es ist, die Wasserproben, sofern sie nicht sogleich an Bord analysiert werden können, zu vergiften, zeigen die Resultate von Station I und VII sehr deutlich. Diese Stationen liegen in freier See nahe aneinander, und man dürfte erwarten, daß kein nennenswerter Unterschied in der Menge der Stickstoffverbindungen vorhanden sei.

Man sieht aber, daß die Werte von Station VII erheblich höher sind, was sicher dem Fehlen des Konservierungsmittels zuzuschreiben ist, indem organische Stickstoffverbindungen durch Fäulnisbakterien mineralisiert worden sind.

Die Salpetrigesäure.

Bei meinen Kontrollanalysen (9) im Jahre 1902 habe ich das Nitrit mit Hilfe von Metaphenylendiamin nachgewiesen, im Meerwasser selber jedoch eine Bestimmung von $N_2 O_3$ bis 1911 nicht ausgeführt, da ich Nitrite + Nitrate nach der Reduktion zusammen ermittelte, was ja, da es sich nur um Spuren von Nitrit handelte, auch nicht zu beanstanden ist.

Um nun aber den Nachweis zu liefern, daß diese Verbindung tatsächlich in solch geringer Menge vorhanden ist, daß das Gesamtresultat der Analyse mit Bezug auf die übrigen Stickstoffverbindungen nicht beeinflußt wird, habe ich auf meinen Fahrten seit 1911 auch die quantitative Ermittelung der N_2O_3 in mein Arbeitsprogramm aufgenommen.

Als Reagens, welches gestattet, bedeutend geringere Mengen nachzuweisen, als es mit Metaphenylendiamin möglich ist, benutze ich jetzt dasjenige von Griess (11) mit der Verbesserung von Ilosvay (12); die Methode ist geprüft durch Lunge (13).

Griess wendet zum Ansäuern der zu prüfenden Lösungen resp. Destillate, wie auch der Kontrollflüssigkeit, Schwefelsäure an, doch hat Ilosvay die Reaktion dadurch bedeutend verschärft, daß er, statt dieser, Essigsäure zur Anwendung brachte.

Das Reagens wird folgendermaßen hergestellt: 0,5 g Sulfanilsäure (p. amidobenzolsulfosäure) werden in 150 ccm 30prozentiger Essigsäure gelöst.

0,1 g α Naphthylamin werden mit 20 ccm Wasser zum Sieden erhitzt, die Flüssigkeit vom unlöslichen Rückstand abgegossen und mit 150 ccm 30prozentiger Essigsäure gemischt. Beide Lösungen werden nun vereinigt und bilden das zum Gebrauch fertige Reagens. Nimmt dasselbe beim Aufbewahren eine rote Farbe an, so wird es vor der Anwendung durch Schütteln mit Zinkstaub entfärbt und filtriert.

Gibt man einige Kubikzentimeter dieser Lösung zu einer Flüssigkeit, welche Nitrit enthält, so wird die Sulfanilsäure diazotiert, worauf das Sulfodiazobenzol mit dem Naphthylamin den roten Azofarbstoff bildet.

Nach Lunge (13) tritt bei einem Gehalt der Lösung an Nitrit in einer Verdünnung von 1:1000 Millionen noch Rotfärbung ein, wenn man die Flüssigkeit auf 70 bis 80° erwärmt.

Ich habe mich begnügt, als geringsten gefundenen Wert $^1/_{1000}$ mg pro Liter anzuführen, wenn weniger vorhanden, habe ich, wie aus den Tabellen hervorgeht, „Spur" angegeben. Es erscheint mir zu unsicher, Werte unter $^1/_{1000}$ mg zahlenmäßig auszudrücken, da ich im Laboratorium an Bord nicht alleine arbeite und mit der Möglichkeit rechnen muß, daß Spuren von Nitrit, während der Verarbeitung in die Wasserprobe hineingelangen könnten.

Die Bestimmung der Salpetrigensäure führe ich nur an Bord an der frisch geschöpften Wasserprobe aus.

100 ccm Meerwasser werden mit einigen Tropfen Eisessig angesäuert, einige ausgeglühte Siedesteinchen hinzugegeben — um den Siedeverzug zu verhindern — und dann etwa 70 ccm unter den in meiner ersten Arbeit (9) angegebenen Kautelen in die mit einigen ccm Wasser beschickte Vorlage abdestilliert.

Von einer Nitritlösung, die im ccm $^1/_{100}$ beziehungsweise $^1/_{1000}$ mg N_2O_3 enthält und die sich, um genau ablesen zu können, in einer in $^1/_{20}$ ccm eingeteilten mit engem Lumen versehenen Bürette befinden, werden einige Kölbchen mit 0,1 — 0,2 — 0,3 usw. ccm Nitritlösung beschickt und der Inhalt dieser Kölbchen, sowie auch das Destillat auf 100 ccm aufgefüllt.

Zum Destillat, wie zu den Kontrollflüssigkeiten mit bekanntem Nitritgehalt werden nun je 2 ccm Reagens von Griess-Ilosvay gegeben, worauf sich nach einiger Zeit auch im

Destillat, sowie die geringsten Mengen Nitrit zugegen sind, die Bildung des Azofarbstoffs durch Rotfärbung zu erkennen gibt.

Die kolorimetrische Bestimmung der Menge wird, wie beim Ammoniak, in Hehnerschen Zylindern vorgenommen und kann nach Stunden oder Tagen geschehen, wenn die Nitritmenge sehr gering ist und, wenn man dafür sorgt, daß die Kölbchen mit den zu prüfenden Lösungen so vorsichtig und sorgfältig verschlossen sind, daß der Inhalt aus der Laboratoriumsluft keine Nitrite aufnehmen kann.

Über den Wert der von Natterer (4) ermittelten Zahlen für Nitrit verweise ich auf meine erste Abhandlung (9). Er ist der Ansicht, daß es in den oberen Wasserschichten nicht zur Bildung von Nitriten kommt, weil die Belichtung dieselbe hindert. Über die Entstehung der Salpetrigensäure im Wasser der tieferen Schichten meint er: „Damit es zu einer Bildung von NO_2H in den vom Sonnenlichte so gut wie gar nicht getroffenen Meerestiefen kommt, muß jedenfalls ein und dasselbe Meerwasser lange Zeit in solchen Tiefen bleiben."

In der Ostsee habe ich Werte von 0,001—0,009 mg im Liter gefunden und aus der Anzahl von Bestimmungen, bei welchen ich die Menge des Nitrits durch eine Zahl habe ausdrücken können, zeigt es sich in der Tat, daß die aus der Tiefe stammende Wasserprobe etwas mehr Nitrit enthält, als das entsprechende Oberflächenwasser.

In den aus der Nordsee stammenden Wasserproben habe ich so wenig Nitrit gefunden, daß ich aus den oben angeführten Gründen nur Spuren habe angeben können; zum Teil war die Reaktion so schwach, daß dieselbe erst nach Tagen wahrnehmbar war.

Selbst in der Elbmündung, wo ich einen höheren Nitritgehalt erwartet hätte, habe ich mit einer Ausnahme im Mai 1911 Stat. α — etwas nördlich der Kanalmündung vor Brunsbüttel — wo ich 0,005 mg pro Liter feststellte, im Mai an den anderen Stationen α, β u. γ und im Juni 1911 und Oktober 1912 an den vier Elbstationen nur Spuren gefunden; im Dezember 1912 im Mittel 0,003 mg.

Aus meinen Nitritbestimmungen, bei denen ich die Menge durch eine Zahl zum Ausdruck bringen konnte, ergibt sich jedoch die Wahrscheinlichkeit, daß die Nitritbildung resp. die Zerstörung desselben von der Temperatur des Wassers abhängig ist; dies zeigt sich für die Elbmündung im Dezember 1912, für die Ostsee im November und Dezember 1912.

Das Albuminoid-Ammoniak.

Unter dieser Bezeichnung versteht man denjenigen Stickstoff, welcher sich in Form von Ammoniak mit Hilfe einer stark alkalischen Kaliumpermanganat-Lösung aus den im Wasser gelösten, stickstoffhaltigen organischen Stoffen abspalten und abdestillieren läßt.

Da aber bei der Verschiedenheit dieser stickstoffhaltigen Verbindungen, besonders mit bezug auf ihren Stickstoffgehalt, die Abspaltung desselben als Ammoniak, je nach der Natur des Stoffes, mehr oder weniger vollständig erfolgt, so kann man aus der Menge des gefundenen Ammoniaks nur annähernd darüber Aufklärung erhalten, ob in dem zur Untersuchung vorliegendem Wasser viel oder wenig von diesen Substanzen vorhanden war. Wie aber aus unten-

stehender Tabelle ersichtlich, ist es von besonderer Wichtigkeit und verleiht den im Meerwasser ermittelten Werten eine größere Berechtigung zu Rückschlüssen auf den tatsächlichen Gehalt an diesen Verbindungen, weil speziell Zerfallprodukte der Eiweißkörper ihren Stickstoff ziemlich quantitativ als Ammoniak abgeben.

Preusse und Tiemann (2) haben sich aus folgenden Abbauprodukten des Eiweißmoleküls Lösungen im Verhältnis 1:100000 hergestellt und das abgespaltene Ammoniak quantitativ bestimmt.

Tabelle von Preusse u. Tiemann (1).

Aus 1 milligramm nachstehender organischer Verbindungen	sollen entwickelt werden	sind entwickelt worden	= Prozente der theoretischen Menge
	milligramme Ammoniak		
Asparaginsäure $C_4 H_7 NO_4$	0,13	0,12	92,31
Harnstoff $C H_4 N_2 O$	0,60	0,57	95,00
Leucin $C_6 H_{13} NO_2$	0,13	0,13	100,00
Tyrosin $C_9 H_{11} NO_3$	0,11	0,09	81,82

Auf Grund dieser Erfahrungen und auch zum Vergleich mit den von Natterer (4) im Mittelmeer gefundenen Zahlen habe ich neuerdings diese Bestimmungen auch ausgeführt.

Es handelt sich im Meerwasser wohl hauptsächlich um Zersetzungs- und Stoffwechselprodukte von Organismen pflanzlichen und animalischen Ursprungs, die zum Teil beträchtliche Mengen Eiweiß enthalten und mithin die gefundenen Zahlen für albuminoides Ammoniak wohl ein annäherndes Bild von der Menge des organisch gebundenen Stickstoffs geben.

Daß letzterer auch für den Nitrifikationsprozeß nicht zu gering zu veranschlagen ist, geht aus Beobachtungen von Dunbar (5) hervor.

Er hat gezeigt, daß es nitrifizierende Organismen gibt, die nicht Ammoniak, sondern nur organisch gebundenen Stickstoff nitrifizieren.

Nach den Untersuchungen, die er mit diesen Mikroorganismen ausgeführt hat, ist er zu dem Ergebnis gekommen, daß dieselben den Stickstoff auch viel schneller oxydieren, als die nitrifizierenden Bakterien von Winogradsky den anorganisch gebundenen. Ich werde später, wenn ich den Prozeß der Nitrifikation im Meerwasser bakteriologisch verfolgt haben werde, ausführlich darüber berichten.

Die Abspaltung des Albuminoid-Ammoniaks geschieht nach Wanklyn, Chapman und Smith (1 u. 3). Nachdem aus 100 ccm Meerwasser das als Ammonsalz fertig vorhandene Ammoniak durch Destillation mit MgO entfernt ist, wird der Destillationsrückstand mit ammoniakfreiem destilliertem Wasser wieder auf 100 ccm ergänzt, 5 ccm einer alkalischen Kaliumpermanganatlösung und einige ausgeglühte Siedesteinchen zugegeben — letzteres, um Siedeverzug zu vermeiden —, und dann im Laufe von ¾ Stunden etwa 70 ccm abdestilliert und das übergegangene Ammoniak mit Nesslers Reagens kolorimetrisch bestimmt. Die Permanganatlösung bereite ich folgendermaßen: 200 g reines Kalihydrat und 8 g Kaliumpermanganat werden mit destilliertem Wasser zu 1500 ccm gelöst und diese Lösung durch Destillation auf ein Liter eingeengt; alsdann ist dieselbe vollständig stickstoffrei.

Für Analysen an Bord ist es sehr zweckmäßig, sich bereits an Land je 5 ccm dieser Lösung in Glasröhrchen einzuschmelzen, um eine Aufnahme von Ammonsalzen aus der Laboratoriumsluft gänzlich auszuschließen.

Nach der Methode von Wanklyn (1 u. 3) hat Natterer (4) im Mittelmeer solche Bestimmungen ausgeführt und mit wenigen Ausnahmen Werte von derselben Größenordnung gefunden, wie sie meine Tabellen für Nord- und Ostsee zum Ausdruck bringen.

Bemerken möchte ich noch, daß es sich erst später herausstellen wird, sobald wir über die Nitrifikationserreger und die Bedingungen, unter welchen im Meerwasser eine Oxydation von Stickstoffverbindungen zu Salpetersäure stattfindet, ob und welcher Wert für die Kenntnis und Beurteilung des Stoffwechsels im Meere, der Ermittelung der Mengen von organischen Stickstoffverbindungen beizumessen ist.

Wird der Beweis erbracht, daß für den Stoffumsatz nicht nur die anorganischen (siehe Brandt [6]), sondern auch die organischen Stickstoffverbindungen ein wichtiger Faktor sind, dann muß natürlich eine andere Methode zur Bestimmung der letzteren angewendet werden, welche eine möglichst quantitative Feststellung ermöglicht.

Als solche kommt, wie ich schon früher (7) in einer Erwiderung auf Untersuchungen von Pütter (8) betont habe, vorläufig nur die Methode nach Will und Varrentrapp in Frage, nachdem dieselbe, mit Rücksicht auf den Salzgehalt des Meerwassers, eventuell entsprechend modifiziert ist.

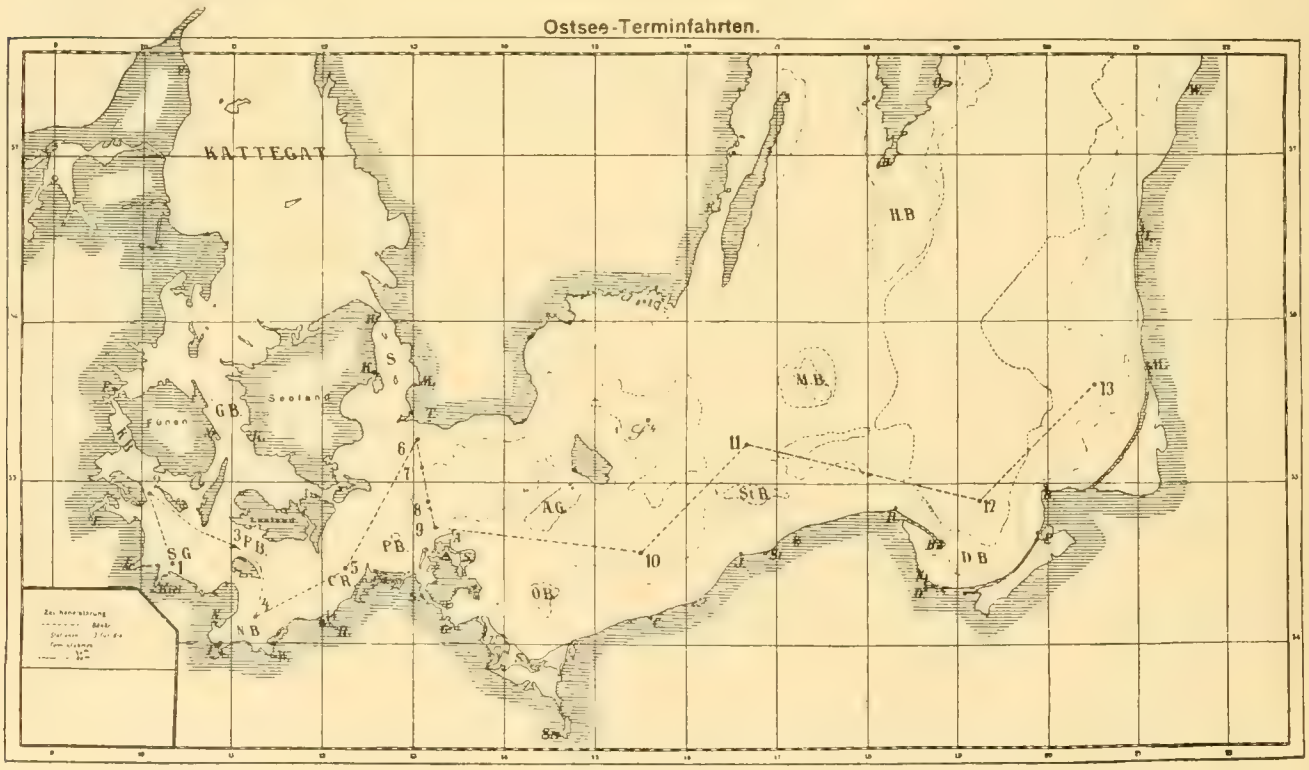


Tabelle Nr. I.

Ostsee.

1 Lfd. Nummer	2 Datum	3 Station	4 Position N. B.	4 Position Ö. L.	5 Gelotete Tiefe m	6 Schöpf-Tiefe m	7 Temperatur °Cels.	8 Ammoniak	9 Nitrit	10 Nitrat	11 Gesamt-Stickstoff	12 Rubrik 8+9+10	13 Differenz in %	14 Wasserprobe	15 Albuminoid Ammoniak als Stickstoff mg N im Liter	16 Bemerkungen
								als Stickstoff, Milligramm im Liter								
1	1910 Dez.	I	54° 30,5′	10° 21′	20	0	4,30	0,05	—	0,21	0,29	0,26	— 10	vergiftet	—	
2	„	III	54° 41′	10° 11,5′	24	0	4,70	05	—	16	21	21	± 0	„	—	
3	„	IV	54° 56′	10° 6′	34	0	4,40	05	—	12	17	17	0 0	„	—	
4	„	V	55° 9′	9° 47′	24	0	4,52	05	—	12	21	17	— 19	„	—	
5	„	VII	54° 36′	11° 2′	32	0	4,66	04	—	13	17	17	+ 0	„	—	
6	„	VIII	54° 10′	11° 16′	26	0	4,38	05	—	12	19	17	— 11	„	—	
7	„	X	54° 27′	12° 11′	26	0	5,00	04	—	14	19	18	— 5	„	—	
8	„	XI	54° 49′	13° 15′	45	0	5,55	04	—	17	21	21	± 0	„	—	
9	„	XIII	54° 35′	15° 30′	60	0	6,88	05	—	16	19	21	+ 11	„	—	
10	„	XIV	55° 20′	15° 30′	95	0	6,11	04	—	16	22	20	— 10	„	—	
11	„	XIV	55° 20′	15° 30′	95	93	4,87	05	—	16	19	21	+ 11	„	—	
12	1911 Febr.	I	54° 30,5′	10° 21′	20	0	2,77	07	0,006	36	42	44	+ 5	an Bord frisch analysiert	0,04	
13	„	I	54° 30,5′	10° 21′	20	19	3,11	03	009	49	50	53	+ 6	„	04	
14	„	IV	54° 56′	10° 6′	35	0	2,69	02	003	13	18	15	— 16	„	04	
15	„	VI	54° 39′	10° 41′	24	0	2,55	02	004	16	22	18	— 18	„	04	
16	„	VIII	54° 10′	11° 16′	25	0	2,43	02	005	17	23	20	— 13	„	03	
17	„	IX	54° 18′	11° 53′	21	0	2,52	02	003	20	26	22	— 15	„	03	
18	März	X	54° 27′	12° 11′	25	0	2,41	03	008	21	25	25	± 0	„	04	
19	„	XIII	54° 35′	15° 30′	63	0	2,53	03	002	16	21	19	— 10	„	04	
20	„	XIII	54° 35′	15° 30′	63	61—63	6,39	10	001	14	20	24	+ 20	„	12	
21	„	XVI	54° 29′	11° 49′	23	0	2,72	09	003	15	20	16	— 20	„	05	
22	„	I	54° 30,5′	10° 21′	21	0	2,88	03	001	24	27	27	± 0	„	13	
23	„	I	54° 30,5′	10° 21′	21	19	2,97	03	Spur	22	24	25	+ 4	„	18	
24	„	IV	54° 56′	10° 6′	34	0	2,52	03	„	30	38	33	— 13	„	13	
25	„	VI	54° 39′	10° 41′	22	0	2,68	03	„	18	23	21	— 9	„	16	
26	„	VIII	54° 10′	11° 16′	23	0	2,72	04	„	24	29	28	— 3	„	14	
27	„	XVI	54° 29′	11° 49′	22	0	2,63	03	„	17	20	20	± 0	„	14	
28	„	XI	54° 49′	13° 15′	45	0	2,52	03	„	20	26	23	— 12	„	15	
29	„	XIII	54° 35′	15° 30′	62	0	2,60	03	„	16	20	19	— 5	„	16	
30	„	XIV	55° 20′	15° 30′	93	0	2,76	03	„	11	16	14	— 12	„	15	
31	„	XIV	55° 20′	15° 30′	93	91	4,00	03	„	10	14	13	— 7	„	14	
32	April	I	54° 30,5′	10° 21′	20	0	5,92	02	„	10	11	12	+ 9	„	11	
33	„	I	54° 30,5′	10° 21′	20	20	3,52	05	„	11	16	16	± 0	„	09	
34	„	IV	54° 56′	10° 6′	34	0	4,97	02	0	14	15	16	+ 7	„	06	
35	„	VI	54° 39′	10° 41′	24	0	5,28	02	0	11	10	13	+ 30	„	06	
36	„	VIII	54° 10′	11° 16′	22	0	5,85	02	0	05	09	07	— 22	„	05	
37	„	X	54° 27′	12° 11′	25	0	6,06	02	0	15	14	17	+ 21	„	06	
38	„	XIII	54° 35′	15° 30′	60,5	0	4,93	02	Spur	15	17	17	± 0	„	11	
39	„	XIV	50° 20′	15° 30′	93	0	4,10	02	„	14	19	16	— 16	„	05	
40	„	XIV	50° 20′	15° 30′	93	92	3,44	03	„	19	17	22	+ 29	„	06	
41	„	XV	55° 11′	13° 4′	36	0	5,07	03	0	19	19	22	+ 16	„	07	

1 Lfd. Nummer	2 Datum	3 Station	4 Position N. B.	4 Position Ö. L.	5 Gelotete Tiefe m	6 Schöpf- Tiefe m	7 Temperatur °Cels.	8 Ammoniak	9 Nitrit	10 Nitrat	11 Gesamt-Stickstoff	12 Rubrik 8+9+10	13 Differenz in %	14 Wasserprobe	15 Albumoid Ammoniak als Stickstoff mg N im Liter	16 Bemerkungen
								als Stickstoff, Milligramm im Liter								
42	1911 Mai	I	54° 30,5'	10° 21'	19	0	11,44	0,04	0	0,22	0,28	0,26	— 7	an Bord frisch analysiert	0,10	
43	„	I	54° 30.5'	10° 21'	19	18,5	5,19	06	Spur	21	29	27	— 7	„	14	
44	„	IV	54° 56'	10° 6'	33	0	10,85	04	0	22	29	26	— 10	„	14	
45	„	VI	54° 39'	10° 41'	23	0	11,48	04	0	11	12	16	+ 33	„	19	
46	„	VIII	54° 10'	11° 16'	21	0	8,00	04	0	12	14	16	+ 14	„	32	
47	„	X	54° 27'	12° 11'	26	0	7,96	04	0	12	15	16	+ 17	„	15	
48	„	8	54° 54'	13° 12'	44	0	8,72	03	0	12	13	15	+ 15	„	11	
49	„	12	54° 54'	19° 15'	103	0	6,25	03	0	14	15	17	+ 13	„	14	
50	„	12	54° 54'	19° 15'	103	100	5,12	09	Spur	16	22	25	+ 14	„	20	
51	„	11	55° 15'	16° 40'	73	0	7,30	03	0	13	15	16	+ 7	„	14	
52	„	S 4	55° 20'	15° 30'	95	0	8,24	04	0	09	14	13	— 7	„	13	
53	„	S 4	55° 20'	15° 30'	95	93	3,99	04	Spur	14	16	18	+ 12	„	18	
54	Juni	I	54° 30,5'	10° 21'	20	0	15,03	03	„	24	31	27	— 13	„	10	
55	„	I	54° 30,5'	10° 21'	20	19	8,62	04	„	26	27	30	+ 11	„	14	
56	„	IV	54° 56'	10° 6'	33	0	14,92	03	0	22	24	25	+ 4	„	14	
57	„	VI	54° 39'	10° 41'	21	0	14,11	03	0	12	16	15	— 6	„	14	
58	„	VIII	54° 10'	11° 16'	23	0	10,59	03	0	15	17	18	+ 6	„	13	
59	„	IX	54° 18'	11° 53'	20	0	14,95	05	0	18	22	23	+ 5	„	14	
60	„	XIII	54° 35'	15° 30'	61	0	12,80	05	Spur	18	24	23	— 4	„	11	
61	„	XIII	54° 35'	15° 30'	61	61	4,75	04	0	31	31	35	+ 13	„	18	
62	„	XIV	55° 20'	15° 30'	93	61	12,17	05	0	22	26	27	+ 4	„	15	
63	„	XIV	55° 20'	15° 30'	93	93	3,92	03	0	24	25	27	+ 8	„	14	
64	1912 März	Kl. Belt	55° 15,6'	9° 49'	34	0	1,90	03	—	12	15			vergiftet	—	
65	„	„	55° 15,6'	9° 49'	34	34	1,88	04	—	12	16			„	—	
66	August	I	54° 30,5'	10° 21'	21	0	15,58	04	0	20	27	24	— 11	an Bord frisch analysiert	0,13	ungefähr Stat. I
67	„	I	54° 30,5'	10° 21'	21	21	18,90	06	0	22	28	28	± 0	„	14	
68	„	X	54° 27'	12° 11'	28	0	15,30	06	0	12	19	18	— 5	„	17	
69	„	X	54° 27'	12° 11'	28	28	13,30	06	Spur	14	19	20	+ 5	„	34	
70	„	12. 9. Nr. 4	56° 43,5'	10° 57,5'	11	0	14,00	13	0	09	19	22	+ 16	„	17	Kattegat
71	„	12. 9. Nr. 5	57° 19'	11° 27'	65	0	15,40	12	0	12	22	24	+ 9	„	17	„
72	„	12. 9. Nr. 5	57° 19'	11° 27'	65	65	11,07	09	Spur	17	28	26	— 7	„	29	„
73	November	Eckernförder Bucht	54° 30'	10° 0'	27	0	8,90	03	—	09	12		*)	vergiftet	—	ungefähr Stat. II
74	„	Neustädter Bucht	54° 3'	11° 0'	23	0	8,40	03	—	10	13			„	—	zwischen Pezerhaken u. Stat. VIII
75	„	Læsö Trindel	57° 34'	11° 17'	52	0	8,00	03	—	09	12			„	—	Nähe von K 8
76	„	Sund A	55° 16,5'	12° 33,8'	25	0	6,40	04	Spur	10	14			an Bord frisch analysiert	0,15	
77	„	„	55° 16,5'	12° 33,8'	25	25	7,32	04	0,004	19	23			„	18	
78	„	O XI	54° 49'	13° 15'	45	0	7,20	03	003	14	17			„	15	

*) Von Nr. 73 an Nitratstickstoff = Differenz von Gesamt- und Ammoniakstickstoff.

1 Lfd. Nummer	2 Datum	3 Station	4 Position N. B.	4 Position Ö. L.	5 Gelotete Tiefe m	6 Schöpf- Tiefe m	7 Temperatur ° Cels.	8 Ammoniak	9 Nitrit	10 Nitrat	11 Gesamt-Stickstoff	12 Rubrik 8 + 9 + 10	13 Differenz in %	14 Wasserprobe	15 Albuminoid Ammoniak als Stickstoff mg N im Liter	16 Bemerkungen
								als Stickstoff, Milligramm im Liter								
79	1912 Nov.	O XI	54° 49′	13° 15′	45	45	8,18	0,04	0,004	0,13	0,17			an Bord frisch analysiert	0,17	
80	„	Arkona-becken	55° 11′	14° 6′	43	0	6,90	03	003	13	16			„	15	
81	„	„	55° 11′	14° 6′	43	43	8,89	04	004	14	18			„	18	
82	„	Ham-meren	55° 20′	14° 29′	58	0	7,14	04	003	11	15			„	12	Zwischen Hammeren (Bornh.) u. Sandhammar (Schweden)
83	„	„	55° 20′	14° 29′	58	58	8,52	04	003	14	18			„	14	
84	„	S 4	55° 20′	15° 30′	95	0	6,92	07	002	07	14			„	12	
85	„	„	55° 20′	15° 30′	95	50	8,10	04	Spur	20	24			„	12	
86	„	„	55° 20′	15° 30′	95	95	3,52	07	„	15	22			„	14	
87	„	O 12	54° 54′	19° 15′	103	0	6,42	04	0,004	11	15			„	13	
88	„	„	54° 54′	19° 15′	103	103	4,51	04	Spur	15	19			„	18	
89	„	Station:	55° 46′	19° 0′	90	0	5,38	04	„	12	16			„	12	55 Sm nördlich von Stat. 12
90	„	Stolper Rinne	55° 19′	16° 36′	71	0	6,50	05	0,002	07	12			„	14	
91	„	„	55° 19′	16° 36′	71	71	6,23	05	Spur	14	19			„	14	
92	Dezemb.	O 7b	55° 4′	13° 16′	43	0	5,98	04	0,004	09	13			„	13	
93	„	„	55° 4′	13° 16′	43	43	6,69	04	003	11	15			„	11	
94	„	X	54° 27′	12° 11,5′	28	0	4,84	03	—	09	12			vergiftet	—	
95	„	VII	54° 36′	11° 2′	31	0	5,37	03	—	12	15			„	—	
96	„	IV	54° 56′	10° 6′	34	0	5,78	04	—	09	13			„	—	

Diese Bemerkung gilt auch für die anderen Tabellen.

„0“ bedeutet: „Keine wahrnehmbare Reaktion“.

„—“ bedeutet: „Nicht bestimmt, weil die Wasserprobe an Bord mit Quecksilberchlorid vergiftet und erst nach Wochen an Land untersucht wurde.“

Tabelle Nr. II.

Nordsee.

1 Lfd. Nummer	2 Datum	3 Station	4 Position N. B.	4 Position Ö. L.	5 Gelotete Tiefe m	6 Schöpf- Tiefe m	7 Temperatur ° Cels.	8 Ammoniak	9 Nitrit	10 Nitrat	11 Gesamt-Stickstoff	12 Rubrik 8 + 9 + 10	13 Differenz in %	14 Wasserprobe	15 Albuminoid Ammoniak als Stickstoff mg N im Liter	16 Bemerkungen
								als Stickstoff, Milligramm im Liter								
1	1911 Mai	1	54° 49′	5° 50′	39	0	6,10	0,05	0	0,22	0,26	0,27	+ 4	an Bord frisch analysiert	0,14	
2	„	1	54° 49′	5° 50′	39	39	4,79	07	Spur	16	20	23	+ 15	„	15	
3	„	4	56° 41′	2° 15′	84	0	6,72	04	0	22	23	26	+ 13	„	13	
4	„	4	56° 41′	2° 15′	84	83	5,81	04	0	21	25	25	± 0	„	14	
5	„	7	58° 8′	5° 10′	289	0	6,65	04	0	14	24	18	— 25	„	12	
6	„	7	58° 8′	5° 10′	289	285	5,83	04	Spur	25	34	29	— 15	„	13	
7	„	13	56° 45′	6° 6′	51	0	7,27	04	0	11	14	15	+ 7	„	06	
8	„	11	57° 17′	7° 47′	45	0	8,09	08	0	11	16	19	+ 19	„	08	

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lfd. Nummer	Datum	Station	Position		Gelotete Tiefe	Schöpf-	Temperatur	Ammoniak	Nitrit	Nitrat	Gesamt-Stickstoff	Rubrik 8 + 9 + 10	Differenz in %	Wasserprobe	Albuminoid Ammoniak als Stickstoff mg im Liter	Bemerkungen
			N. B.	Ö. L.	m	m	° Cels.	als Stickstoff, Milligramm im Liter								
9	1911 Mai	K 10	57° 44′	9° 3′	196	196	6,02	0,10	Spur	0,22	0,31	0,32	+ 3	an Bord frisch analysiert	0,20	Skagerrak
10	„	K 9	57° 47′	10° 40′	65	65	5,63	08	0	12	18	20	+ 11	„	44	„
11	„	K 8	57° 35′	11° 10′	46,5	46,5	6,26	08	0	16	22	24	+ 9	„	44	Kattegat
12	„	K 5	57° 5′	11° 50′	51	51	5,35	10	0	25	33	35	+ 6	„	65	„
13	Juni 2	6	58° 0′	4° 37′	100	0	12,72	03	0	14	19	17	− 12	„	10	
14	„	6	58° 0′	4° 37′	100	100	6,18	05	0	19	26	24	− 8	„	19	
15	„ 14	6	57° 55′	4° 46′	99	0	10,90	06	0	12	17	18	+ 6	„	28	
16	„	6	57° 55′	4° 46′	99	99	7,70	24	0	14	36	38	+ 5	„	40	
17	1912 Sept.	12. 9. Nr. 7	58° 12′	9° 32′	643	0	14,50	04	0	22	25	26	+ 4	„	20	Skagerrak
18	„	12. 9. Nr. 7	58° 12′	9° 32′	643	643	5,97	04	Spur	25	33	29	− 12	„	23	
19	„	12. 9. Nr. 10	59° 4′	5° 3′	247	0	14,40	04	0	20	22	24	+ 9	„	13	
20	„	12. 9. Nr. 10	59° 4′	5° 3′	247	247	6,23	05	Spur	24	25	29	+ 16	„	17	
21	„	4	56° 41′	2° 15′	80,5	0	11,30	04	0	20	23	24	+ 4	„	13	
22	„	4	56° 41′	2° 15′	80,5	80,5	6,75	04	Spur	22	23	26	+ 13	„	13	
23	Oktober	12. 10. Nr. 17	55° 7′	6° 15′	48	0	13,20	04	„	11	15	—	—	„	13	
24	„	12. 10. Nr. 19	54° 10′	2° 45′	54	0	12,45	04	„	10	14	—	—	„	12	
25	„	12. 10. Nr. 19	54° 10′	2° 45′	54	54	12,40	04	„	10	14	—	—	„	13	
26	„	12. 10. Nr. 20	52° 40′	4° 9′	25	0	13,05	05	„	09	14	—	—	„	11	
27	„	12. 10. Nr. 23	52° 38′	3° 17′	40	0	13,18	04	„	10	14	—	—	„	16	
28	„	12. 10. Nr. 23	52° 38′	3° 17′	40	40	13,15	04	„	10	14	—	—	„	16	
29	„	12. 10. Nr. 29	51° 14′	2° 5,5′	34	0	13,10	04	„	09	13	—	—	„	10	Nitratstickstoff-Differenz von Gesamt- und Ammoniak-Stickstoff
30	„	12. 10. Nr. 29	51° 14′	2° 5,5′	34	34	13,17	05	„	13	18	—	—	„	13	
31	„	12. 10. Nr. 28	51° 15′	2° 0′	13	0	13,20	05	„	14	19	—	—	„	09	
32	Novemb.	15	55° 13′	7° 22′	21	0	9,71	04	—	11	15	—	—	vergiftet	—	
33	„	1	54° 49′	5° 50′	42	0	10,71	04	—	17	21	—	—	„	—	
34	„	2	55° 22′	4° 18′	41	0	9,32	05	—	11	16	—	—	„	—	
35	„	3	56° 2′	3° 16′	68	0	8,60	04	—	14	18	—	—	„	—	
36	„	4	56° 41′	2° 15′	80	0	8,53	05	—	13	18	—	—	„	—	
37	„	4	56° 41′	2° 15′	80	75	7,61	04	—	20	24	—		„	—	
38	„	7	58° 8′	5° 10′	290	0	7,50	04	Spur	13	17	—	—	an Bord frisch analysiert	09	
39	„	7	58° 8′	5° 10′	290	290	6,18	06	„	18	24	—	—	„	18	
40	„	9	57° 49′	7° 24′	465	0	6,95	05	„	12	17	—	—	„	08	
41	„	9	57° 49′	7° 24′	465	465	6,14	04	„	15	19	—		„	09	

Tabelle Nr. III. **Untersuchungen in der Elbmündung 1911/12.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Datum	Station	Gelotete Tiefe m	Schöpftiefe m	Temperatur °Cels.	Ammoniak	Nitrit	Nitrat	Gesamt-Stickstoff	Wasserprobe	Albuminoid Ammoniak mg Stickstoff im Liter	Bemerkungen
					als Stickstoff, Milligramm im Liter						
1911 Mai	α vor Brunsbüttel.	12	0	10,0	0,06	0,005	0,34	0,42	an Bord frisch analysiert	0,27	Ebbe
	β quer ab Kugelbaake Cuxhaven.	11	0	9,31	06	0	24	33	„	22	„
	γ zwischen Feuerschiff Elbe I und II	22	0	8,29	03	0	16	20	„	10	Niedrigwasser
	δ 54° 0′ N. B. 8° 0′ Ö. L.	31	0	7,38	03	0	17	18	„	02	1 Stunde Flut
1911 Juni	α	12	0	15,85	16	Spur	25	43	„	35	Ebbe
	β	15	0	14,70	17	0	14	33	„	42	„
	γ	23	0	13,65	10	0	16	28	„	36	3 St. nach Hochwasser
	δ	28	0	12,70	05	0	14	17	„	29	„
1912 Okt.	α	12	0	10,35	09	Spur	1,34	1,43	„	19	Ebbe
	β	12	0	10,70	08	„	0,59	0,67	„	20	„
	γ	19	0	11,55	07	„	08	15	„	18	„
	δ	32	0	13,35	05	„	07	12	„	12	Flut eingesetzt
1912 Dez.	α	12	0	3,20	38	Spur	1,04	1,42	„	40	Ebbe
	β	15	0	4,30	38	0,003	0,50	0,88	„	27	„
	γ	23	0	5,15	14	005	11	25	„	15	„
	δ	28	0	7,60	14	004	09	23	„	12	Flut eingesetzt

Tabelle Nr. IV. **Zeppelin-Expedition nach Spitzbergen 1910.**

1	1	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14
Lfd. Nummer	Wasserprobe in	Art der Vergiftung	Station	Datum 1910	Position N. B.	Position Ö. L.	Gelotete Tiefe m	Schöpftiefe m	Temperatur °Cels.	Ammoniak	Nitrit + Nitrat	Gesamt-Stickstoff	Rubrik 10+11	Differenz in %
										als Stickstoff, Milligramm im Liter				
1	Flasche mit Patent-Verschluß	$CuSO_4$	I	Juli 14	74° 08′	21° 16′	248	0	5,30	0,06	0,16	0,25	0,22	— 12
2	„	„	I	„	74° 08′	21° 16′	248	36,5	4,85?	10	11	18	21	+ 17
3	„	„	I	„	74° 08′	21° 16′	248	60	—	04	18	22	22	± 0
4	„	„	I	„	74° 08′	21° 16′	248	120	1,13	06	12	20	18	— 10
5	„	„	I	„	74° 08′	21° 16′	248	220	0,43	21	11	30	32	+ 7
6	„	„	II	Juli 15	75° 06′	12° 47′	1792	0	5,80	14	09	22	23	+ 5
7	„	„	II	„	75° 06′	12° 47′	1792	50	4,34	15	16	31	31	± 0
8	„	„	II	„	75° 06′	12° 47′	1792	100	5,11	07	24	33	31	— 6
9	„	„	II	„	75° 06′	12° 47′	1792	550	1,82	06	14	18	20	+ 11
10	„	„	II	„	75° 06′	12° 47′	1792	1000	4,04?	12	20	35	32	— 9
11	„	$HgCl_2$	III	Aug. 2	80° 03′	11° 01′	389	0	5,00	15	13	34	28	— 18
12	„	„	III	„	80° 03′	11° 01′	389	30	4,35	07	19	23	26	+ 13

1 Lfd. Nummer	2 Wasserprobe in	3 Art der Vergiftung	4 Station	5 Datum 1910	6 Position N. B.	6 Position Ö. L.	7 Gelotete Tiefe m	8 Schöpftiefe m	9 Temperatur °Cels.	10 Ammoniak	11 Nitrit + Nitrat	12 Gesamt-Stickstoff	13 Rubrik 10+11	14 Differenz in %
										als Stickstoff, Milligramm im Liter				
13	Flasche mit Patent-Verschluß	$HgCl_2$	III	Aug. 2	80° 03'	11° 01'	389	60	3,74	0,21	0,20	0,35	0,41	+17
14	„	„	III	„	80° 03'	11° 01'	389	100	3,47	03	29	36	32	−11
15	„	„	III	„	80° 03'	11° 01'	389	200	—	07	23	36	30	−17
16	„	„	V b	Aug. 8	79° 03'	10° 16'	281	0	5,00	03	13	17	16	− 6
17	„	„	V b	„	79° 03'	10° 16'	281	30	2,54	04	09	14	13	− 7
18	„	„	V b	„	79° 03'	10° 16'	281	60	0,74	05	27	30	32	+ 7
19	„	„	V b	„	79° 03'	10° 16'	281	100	1,04	07	23	35	30	−14
20	„	„	V b	„	79° 03'	10° 16'	281	150	1,70	06	28	35	34	− 3
21	„	„	V b	„	79° 03'	10° 16'	281	250	2,25	14	23	33	37	+12
22	evakuierte Röhre	nicht vergiftet	VI	Aug. 11	76° 6'	11° 25'	2165	0	4,40	19	28	33	47	+42
23	Flasche mit Patent-Verschluß	$HgCl_2$	VI	„	76° 6'	11° 25'	2165	50	—	09	23	33	32	− 3
24	„	„	VI	„	76° 6'	11° 25'	2165	102	4,55?	12	19	32	31	− 3
25	„	„	VI	„	76° 6'	11° 25'	2165	200	3,45	12	19	30	31	+ 3
26	„	„	VI	„	76° 6'	11° 25'	2165	500	2,06	07	18	28	25	−11
27	evakuierte Röhre	nicht vergiftet	VI	„	76° 6'	11° 25'	2165	1000	−0,46	26	33	43	59	+37
28	„	„	VII	Aug. 13	73° 45'	20° 36'	474	50	—	22	33	47	55	+17
29	„	„	VII	„	73° 45'	20° 36'	474	100	4,85	23	36	52	59	+13
30	„	„	VII	„	73° 45'	20° 36'	474	200	3,57	24	36	43	60	+39
31	„	„	VII	„	73° 45'	20° 36'	474	300	2,48	23	28	43	51	+19
32	„	„	VII	„	73° 45'	20° 36'	474	450	1,07	23	33	43	56	+ 30

Die Bodenproben.

Um einen Einblick zu gewinnen, welche Mengen von anorganischen Stickstoffverbindungen im Meeresboden vorhanden sind, habe ich eine Anzahl von Analysen zu diesem Zwecke ausgeführt. (Tabelle Nr. V.)

Die Bodenprobe ist mit Hilfe des Buchanan-Apparates, dessen Einrichtung ich weiter oben angegeben, entnommen worden.

Die in der Bodensonde befindliche, zylindrische Probe, je nach der Konsistenz des Bodens von 8 bis 15 cm Länge Sand wird meistens nur dann gehoben, wenn er besonders fein, oder mit etwas Schlick oder Mud vermischt ist — wird mit Hilfe eines polierten, passenden Holzstabes von dem unteren Ende der Röhre aus nach oben durchgedrückt, um die oberste Schicht des Bodens mit den neueren Sedimenten möglichst vollständig zu bekommen.

Die gewonnene Probe wird in einer tarierten Porzellanschale gewogen und dann mittelst eines Glasstabes und 500 ccm frisch geschöpften Oberflächenwassers in eine Literflasche mit Glasstöpsel hineingespült, mit Sublimat vergiftet und häufig umgeschüttelt, um alles Lösliche aus dem Boden zu extrahieren.

Die Analyse habe ich bisher nicht an Bord ausgeführt, weil ich mit der Untersuchung von Wasserproben vollauf beschäftigt war, vielmehr ist dieselbe erst nach Wochen im Laboratorium an Land ausgeführt, nachdem der Flascheninhalt häufiger durchgeschüttelt war.

Für die Untersuchung wurden dann von dem über dem Boden stehenden klaren, wässerigen Auszug 100 ccm für die Bestimmung des fertig vorhandenen Ammoniaks, 100 ccm für Gesamtstickstoff nach Reduktion mittelst Aluminiumamalgam, abpipettiert. Die gefundenen Werte sind dann auf 1000 g feuchten Bodens berechnet; die Nitrite + Nitrate sind auch hier, wie beim Meerwasser, aus der Differenz vom Gesamtstickstoff und Ammoniakstickstoff bestimmt.

Sehr auffällig ist zunächst der geringe Gehalt des Muds an Gesamtstickstoff im Verhältnis zum Schlick, da ersterer doch bedeutend mehr in Verwesung befindliche, organische Substanz enthält.

Ein etwas anderes Verhältnis würde resultieren, wenn die Stickstoffmengen auf den lufttrockenen Boden umgerechnet würden; denn wie ich aus einer Arbeit von C. G. Joh. Petersen (14) ersehe, beträgt der Wassergehalt des Muds nicht weniger als 85 %, während der Schlick (Ton) des Kattegatts ca. 62 % Wasser enthält.

Leider habe ich aber versäumt, von den untersuchten Bodenproben die Trockensubstanzen zu bestimmen, so daß ich nicht mehr in der Lage bin, die gefundenen Werte umzurechnen.

Eine vollständige Erklärung des Verhaltens der verschiedenen Bodenarten bezüglich der Stickstoffverbindungen dürfen wir auch wohl erst von eingehenden bakteriologischen Studien erwarten, wenn wir festgestellt haben werden, welche Bodenart den Bakterien, die diesen Stoffumsatz bewirken, am günstigsten ist.

Ein Grund, der nach Untersuchungen von Küppers (16) auch vermuten ließe, daß im Mud diese Stickstoffverbindungen in größerer Menge vorhanden sein müßten, als im Schlick, ist das Verhältnis der Hygroskopizität der verschiedenen Bodenarten untereinander.

Die Hygroskopizität ist ja nur ein anderer Ausdruck für die innere Oberfläche des Bodens und je größer diese Oberfläche, desto mehr Angriffspunkte sind den Agentien, mögen sie nun chemischer oder rein biologischer Natur sein, geboten.

Küppers fand in 36 Bodenproben der Nord- und Ostsee:

für Sand	im Mittel aus	9	Bestimmung.	die	Hygroskopizität	zu	0,7
„ Sand + Schlick	„ „ „	11	„	„	„	„	2,3
„ Schlick	„ „ „	10	„	„	„	„	8,3
„ Mud	„ „ „	6	„	„	„	„	10,5

Schwer zu erklären ist auch vorläufig die große Verschiedenheit in der Menge des Gesamtstickstoffs in den Bodenproben, die zur Hauptsache aus Schlick bestehen und außerdem sehr nahe aneinander liegen, wie die Kattegatt-Stationen K_5, K_8, K_9, K_{10} Nr. 5 u. Nr. 7; es müssen hier unbedingt ganz verschiedene Verhältnisse für die Sedimentation vorliegen.

Spethmann (17), der die Bodenverhältnisse im Kattegatt eingehend geologisch untersucht hat, spricht sich folgendermaßen darüber aus: „Der Grundzug der Bodenarten des Kattegatts, aber nur der Grundzug, spiegelt sich im Bodenniveau wieder. Der Westen ist flach, der Osten tiefer, so daß hier eine gewisse Übereinkunft zwischen Bodentiefe und Bodenart obzu-

walten scheint. Doch ist der Einfluß von Strömungen nicht aus dem Auge zu lassen. Werden sie zwar durch die Bodenkonfiguration in dieser flachen Übergangszone zwischen Nordsee und Ostsee in ihrer Richtung gelenkt, so sind sie andererseits auch wieder für die Sortierung der Sedimente bedeutungsvoll. Es scheint, als ob ein Teil des suspendierten Materials, das der Unterstrom aus der Ostsee fortträgt, sich hier im Osten des Kattegatts abzusetzen beginnt."

Der Nachweis von anorganischen Stickstoffverbindungen im Meeresboden ist auch von Natterer und neuerdings von Gebbing ausgeführt worden. Jedoch kann ich die von ihnen gefundenen Zahlen zum Vergleich mit den von mir gefundenen nicht heranziehen, da die betreffenden Bodenproben einer ganz anderen Vorbehandlung unterlegen haben, als die von mir gesammelten.

Natterer (4) hat die Grundproben zur Analyse verwendet, „wie sie auf einem Filter nach Auswaschen mit destilliertem Wasser und nach mehrstündigem Liegenlassen im zugedeckten Trichter erhalten wurden". Auch hat er größtenteils nur die durch Schlämmen gewonnenen feinsten Anteile der Analyse unterworfen; die Nitrate hat er überhaupt nicht bestimmt.

Gebbing (15) hatte für seine Untersuchungen nur getrocknete Grundproben von der Deutschen Südpolarexpedition zur Verfügung, die schon einige Jahre alt waren, als die Analyse in Angriff genommen wurde, so daß seine NH_3-Bestimmungen wertlos sind.

Tabelle Nr. V.

Bestimmung von anorganisch gebundenem Stickstoff in Bodenproben der Ost- und Nordsee.

Lfd. Nummer	Datum	Station	Position N. B.	Position Ö. L.	Gelotete Tiefe m	Bodenbeschaffenheit	Temperatur des Wassers über dem Boden °Cels.	Ammoniak als Stickstoff, Milligramm in 1000 gr feuchtem Boden	Nitrit + Nitrat als Stickstoff, Milligramm in 1000 gr feuchtem Boden	Gesamt-Stickstoff als Stickstoff, Milligramm in 1000 gr feuchtem Boden	Bemerkungen
1	1911 Mai	K 5	57° 5'	11° 50'	52	Schlick	5,35	6,97	1,79	8,76	Kattegatt Bodenprobe Nr. 1—8 mit
2	„	K 8	57° 35'	11° 10'	46,5	Schlick	6,26	12,39	11,29	23,68	„ destilliertem, Nr. 9—24
3	„	K 9	57° 47'	10° 40'	65	Schlick mit Sand	5,63	1,86	32,18	34,04	Skagerrak mit Seewasser extrahiert.
4	„	K 10	57° 44'	9° 3'	196	Schlick mit Sand	6,02	7,15	10,77	17,92	„
5	Juni	v. Brunsbüttel	—	—	12	Sand mit Schlick		45,95	19,12	65,07	
6	„	54° 0' 8° 0'	54° 0'	8° 0'	31	Schlick mit Sand	—	9,70	2,70	12,40	
7	„	N 6	57° 55'	4° 45'	100	Sand mit Schlick	6,18	0,95	7,07	8,02	
8	„	O XIII	54° 35'	15° 30'	61	Schlick	4,75	21,85	18,15	40,00	
9	1912 Sept.	12. 9. Nr. 5	57° 19'	11° 27'	65	Schlick	11,07	2,681	2,537	5,218	Kattegatt. Zwischen K 5 und K 8.
10	„	12. 9. Nr. 7	58° 12'	9° 32'	643	Toniger Schlick	5,97	3,599	2,149	5,748	Skagerrak. NNW von K 10.
11	„	12. 9. Nr. 10	59° 4'	5° 3'	247	Sandiger, toniger Schlick	6,23	1,398	3,883	5,281	ungefähr N 16
12	„	N 4	56° 41'	2° 14'	80,5	Sand mit wenig Schlick	6,75	1,511	5,990	7,501	
13	Oktober	12. 10. Nr. 19	54° 10'	2° 45'	54	Feiner Sand mit wenig Schlick	12,40	1,314	0,860	2,174	Doggerbank.
14	„	12. 10. Nr. 23	52° 38'	3° 17'	40	Scharfer Sand und Muschelschalen, wenig Schlick	13,15	1,506	0,624	2,130	südliche Nordsee. Seekarte: (Die „ Hoofden")
15	November	N 7	58° 8'	5° 10'	290	Sand und toniger Schlick	6,18	2,799	0,320	3,119	
16	„	N 9	57° 49'	7° 24'	465	Plastischer, toniger Schlick	6,14	3,623	1,068	4,691	
17	„	Sund A	55° 16,5'	12° 33,8'	25	Sand mit wenig Schlick und Mud	7,32	1,614	1,680	3,294	vor dem Sund (süd)
18	„	O XI	54° 49'	13° 15'	45	Mud	8,18	3,408	5,542	8,950	
19	„	Arkonabecken	55° 11'	14° 6'	43	Sandiger Schlick mit wenig Mud	8,89	1,735	2,790	4,525	
20	„	Hammeren	55° 20'	14° 29'	58	Mud, Sand und Schlick	8,52	1,828	2,122	3,950	zwischen Hammeren (Bornholm) und Sandhammar (Schweden)
21	„	S 4	55° 20'	15° 30'	95	Stinkender Mud	3,55	1,577	2,012	3,589	
22	„	O 12	54° 54'	19° 15'	103	Stinkender Mud	4,51	2,344	1,586	3,930	
23	„	Stolper Rinne	55° 19'	16° 36'	71	Sand und Schlick	6,23	2,419	2,768	5,187	
24	Dezember	O 7b	55° 4'	13° 16'	43	Sandiger Schlick	6,69	1,082	5,831	6,913	

NB. Die Werte für Nitrit + Nitrat sind aus der Differenz von Gesamt- und Ammoniak-Stickstoff gefunden.

Die gelöste Kieselsäure.

Tabelle VI, VII und VIII bringen die für SiO_2 gefundenen Werte. Wie man sieht, sind eine Anzahl der aus See mitgebrachten Wasserproben verloren gegangen, weil die Zinkblechbehälter durch das Seewasser zerstört sind. Ich möchte daher nochmals darauf hinweisen, daß Bleiflaschen zum Aufbewahren von Seewasserproben für Kieselsäurebestimmung am geeignetsten sind.

In der Zuidersee hat Ringer (10) in derselben Weise, wie ich früher (9) beschrieben, eine Anzahl von Bestimmungen von SiO_2 ausgeführt.

Im Mittel hat er in der Zuidersee höhere Werte gefunden als in der Nordsee. Ferner stellt er fest, daß die Menge der Kieselsäure bei geringerem Salzgehalte zunimmt, was er dem höheren Gehalte des Flußwassers an SiO_2 zuschreibt.

Als Analogon hierfür kann ich (9) eine Analyse des salzigen Wassers aus dem Stettiner Haff und des Papenwassers (Flußwasser) anführen, im ersteren fand ich pro Liter 1,166 mg SiO_2, im letzteren dagegen 5,40 mg.

Eine Periodizität in dem Auftreten der Mengen gelöster Kieselsäure, mit bezug auf das Auftreten und die Verbreitung von Diatomeen, wie ich sie für Nord- und Ostsee habe feststellen können, ergeben Ringers Zahlen nicht, so daß er noch keinen Schluß ziehen kann, welche Rolle die Kieselsäure in der Zuidersee spielt.

Tabelle Nr. VI.

Ostsee.

Kieselsäurebestimmungen in den 1911 und 1912 geschöpften Wasserproben.

Jahr	Monat	Station	Position		Gelotete Tiefe	Schöpf-Tiefe	SiO_2 mg im Liter	Bemerkungen
			N. B.	Ö. L.	m	m		
1911	Februar	I	54° 30,5'	10° 21'	20	0	0,91	„verloren" bedeutet: Zinkblechbehälter leergelaufen, weil vom Seewasser zerfressen
	„	I	54° 30,5'	10° 21'	20	19	1,15	
	„	XIII	54° 35'	15° 30'	63	0	0,90	
	„	XIII	54° 35'	15° 30'	63	63	1,10	
	März	I	54° 30,5'	10° 21'	21	0	0,70	
	„	I	54° 30,5'	10° 21'	21	19	1,00	
	„	XIV	55° 20'	15° 30'	93	0	—	verloren
	„	XIV	55° 20'	15° 30'	93	91	—	verloren
	April	I	54° 30'	10° 21'	20	0	0,60	
	„	I	54° 30'	10° 21'	20	19	0,60	
	„	XIII	54° 35'	15° 30'	60,5	0	0,70	
	„	XIII	54° 35'	15° 30'	60,5	59,5	0,70	
	Mai	I	54° 30,5'	10° 21'	19	0	0,60	von Dr. Riecke analysiert
	„	I	54° 30,5'	10° 21'	19	18,5	0,93	„ „ „ „
	„	12	54° 54'	19° 15'	103	0	0,60	
	„	12	54° 54'	19° 15'	103	100	0,80	
	Juni	I	54° 30,5'	10° 21'	20	0	0,90	
	„	I	54° 30,5'	10° 21'	20	19	—	verloren

Jahr	Monat	Station	Position		Gelotete Tiefe	Schöpf-Tiefe	SiO_2 mg im Liter	Bemerkungen
			N. B.	O. L.	m	m		
1911	Juni	XIV	55° 20'	15° 30'	93	0	0,70	
	„	XIV	55° 20'	15° 30'	93	92	—	verloren
1912	März	Kleiner Belt	55° 15,6'	9° 49'	34	0	0,55	
	„	„	55° 15,6'	9° 49'	34	33	0,60	
	November	Arkonabecken	55° 11'	14° 6'	43	0	1,00	
	„	„	55° 11'	14° 6'	43	42	1,03	
	„	12	54° 54'	19° 15'	103	0	1,00	
	„	12	54° 54'	19° 15'	103	100		verloren
	„	S 4	55° 20'	15° 30'	95	0	1,03	
	„	S 4	55° 20'	15° 30'	95	94	1,00	

Tabelle Nr. VII.

Nordsee.

Kieselsäurebestimmungen in den 1911 und 1912 geschöpften Wasserproben.

Jahr	Monat	Station	Position		Gelotete Tiefe	Schöpf-Tiefe	SiO_2 mg im Liter	Bemerkungen
			N. B.	O. L.	m	m		
1911	Mai	1	54° 49'	5° 50'	39	0	0,60	„verloren" bedeutet: Zinkblech-behälter leer gelaufen, weil vom Seewasser zerfressen.
	„	1	54° 49'	5° 50'	39	38	0,65	
	„	4	56° 41'	2° 15'	84	0	0,50	
	„	4	56° 41'	2° 15'	84	83	0,60	
	„	7	58° 8'	5° 10'	289	0	0,63	
	„	7	58° 8'	5° 10'	289	288	—	verloren
	Juni 2	6	58° 0'	4° 37'	100	0	1,03	von Dr. Riecke analysiert
	„	6	58° 0'	4° 37'	100	20	0,63	„ „ „ „
	„	6	58° 0'	4° 37'	100	98	0,80	„ „ „ „
	„ 14	6	57° 55'	4° 46'	99	0	—	„ „ „ „ verloren
	„	6	57° 55'	4° 46'	99	20	1,03	„ „ „ „
	„	6	57° 55'	4° 46'	99	97	0,93	„ „ „ „
1912	September	12. 9. Nr. 10	59° 4'	5° 3'	247	0	1,00	
	„	12. 9. Nr. 10	59° 4'	5° 3'	247	245	0,90	
	Oktober	12. 9. Nr. 20	52° 40'	4° 9'	25	0	1,00	
	„	12. 10. Nr. 23	52° 38'	3° 17'	40	0	1,00	
	„	12. 10. Nr. 23	52° 38'	3° 17'	40	38	0,98	
	„	12. 10. Nr. 29	51° 14'	2° 5,5'	34	0	1,00	
	„	12. 10. Nr. 29	51° 14'	2° 5,5'	34	33	1,00	
	November	7	58° 8'	5° 10'	290	0	0,97	
	„	7	58° 8'	5° 10'	290	280	1,03	

Tabelle Nr. VIII. **Zeppelin-Expedition nach Spitzbergen 1910.**

Kieselsäurebestimmungen.

Lfd. Nummer	Datum 1910	Station	Position N. B.	Position Ö. L.	Gelotete Tiefe m	Schöpf-Tiefe m	SiO_2 mg im Liter	Bemerkungen
1	Juli 14	I	74° 08'	21° 16'	248	0	0,37	
2	„ 15	II	75° 06'	12° 47'	1792	0	40	
3	Aug. 2	III	80° 03'	11° 01'	389	0	40	
4	„ 8	Vb	79° 03'	10° 16'	281	0	33	
5	„ 11	VI	76° 6'	11° 25'	2165	0	40	
6	„ 13	VII	73° 45'	20° 36'	474	0	37	

Literatur.

1. Tiemann-Gärtners Handbuch der Untersuchung und Beurteilung der Wässer. 4. Aufl. 1895.
2. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 1879. Jahrgang XII (zitiert nach Tiemann).
3. Journ. Chem. Soc. N. S. 5 (zitiert nach Tiemann).
4. Natterer, „Chemische Untersuchungen im Mittelmeer.“ Aus den Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. LIX. 1.—6. Reihe.
5. Dunbar, Leitfaden für die Abwässerreinigungsfrage. München und Berlin 1907.
6. Brandt, „Über den Stoffwechsel im Meere.“ Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge. Bd. IV, Seite 215 u. f. und VI, Seite 25 u. f.
7. Raben, „Ist organisch gebundener Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden?“ Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge. Bd. XI, Seite 116.
8. Pütter, „Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.“ Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse. Neue Folge. Bd. VI, Nr. 1.
9. Raben, „Über quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen und gelöster Kieselsäure im Meerwasser.“ Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge. Bd. VIII, Seite 83 bis 101 und 279 bis 287. Bd. XI, Seite 305 bis 319.
10. Zuiderzee-Rapport. 1907. Uitgegeven door het Ministerie van Landbouw, Nijverheid en Handel. H. C. Redeke en W. E. Ringer: „Over de eigenschappen van het Zuiderzeewater.“ Seite 3 bis 22. Beilage IV.
11. Grieß, „Reagens II auf Salpetrigesäure.“ Mercks Reagentien-Verzeichnis 1908; dort zitiert nach Berliner Berichte Bd. XII, Seite 427.
12. Ilosvay, „Reagens auf Salpetrigesäure.“ Bulletin de la société chimique de Paris. Serie 3, Bd. II, Seite 317 (zitiert nach Lunge).
13. G. Lunge, „Zur Nachweisung von kleinen Mengen N_2O_3.“ Zeitschrift für angewandte Chemie. Jahrgang 1889, Seite 666.
14. C. G. Joh. Petersen and P. Boysen Jensen, „Animal life of the sea-bottom, its food and quantity.“ Report of the Danisk Biological Station. Bd. XX, 1911, Seite 17.
15. Gebbing, „Chemische Untersuchungen von Meeresboden-, Meerwasser- und Luftproben.“ Sonderabdruck aus: „Deutsche Südpolarexpedition“, 1901 bis 1903, Seite 84 u. f., Bd. VII.
16. Küppers, „Pysikalische und mineralogisch-geologische Untersuchung von Bodenproben aus Ost- und Nordsee.“ Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Bd. X, Seite 7.
17. Spethmann, „Studien über die Bodenzusammensetzung der baltischen Depression vom Kattegatt bis zur Insel Gotland.“ Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge, Bd. 12, Seite 304 und 305.
18. Ruppin, „Die Alkalinität des Meerwassers. Meerwasser, Kohlensäure, kohlensaurer Kalk, ein System aus drei Bestandteilen nach der Phasenregel.“ Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge, Bd. XI, Seite 279 u. f.
19. Schloesing, „Untersuchungen über die Verteilung des Ammoniaks auf die natürlichen Wässer und die Atmosphäre.“ Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie usw. von Liebig u. Kopp. Jahrgang 1875 und 1876. Auch Compt. rend. Bd. 80, Seite 175 und Bd. 81, Seite 81 und 1252.

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Tiere.

Von

Joh. Alb. Meyer,

Bremen.

1. Gegenstand und Ziel der Untersuchungen.

Es ist meine Aufgabe gewesen, wirbellose Tiere als Ganzes auf ihre chemische Zusammensetzung zu untersuchen, und zwar nach agrikulturchemischer Methode. Wenn auch genug Analysen vorliegen, die zum Zwecke von nahrungsmittelchemischen Untersuchungen gemacht worden sind, so sind sie größtenteils für diese Arbeit nicht weiter verwertbar, da sie allein Rücksicht auf die Organismen oder deren Bestandteile nehmen, welche als Nahrung für Menschen oder Haustiere in Betracht kommen. So sind in König „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel" alle Analysen dieser Art zusammengestellt. Die Untersuchungen dieser Arbeit haben ein ganz anderes Ziel, es soll ein Beitrag zur Lösung der Probleme des Stoffhaushalts im Meere geliefert werden. Wie die Agrikulturchemiker in der Lage sind, den Ertrag eines Ackers und die Bedingungen, von denen dieser Ertrag abhängt, zu bestimmen, so soll durch ähnliche Untersuchungen versucht werden, den Meereshaushalt zu erforschen. Diesem Ziele kann nur durch Berücksichtigung aller Faktoren und genauer Erforschung derselben näher gekommen werden. Brandt, der durch seine in „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen" veröffentlichten Arbeiten seit Jahren dieses Ziel verfolgt, hat auch zum ersten Male die für den Meereshaushalt wichtigsten Organismen, das Plankton, nicht allein quantitativ-systematisch, sondern auch auf ihre chemische Zusammensetzung ausführlicher untersucht (Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Kiel 1898: Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons). Ebenfalls auf Veranlassung von Brandt hat Delff in der in gleicher Zeitschrift veröffentlichten Arbeit („Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Meerestiere Kiel 1912") verschiedene Arten größerer wirbelloser Meeresbewohner nach gleicher Methode untersucht. An diese Arbeit schließt sich im großen und ganzen die vorliegende an. Nur sind diesmal nicht allein Meerestiere gewählt worden, sondern zum größeren Teil Repräsentanten von Süßwasser-, Land- und Eingeweidetieren. Untersucht wurden:

Crustaceen	1. Nephrops norvegicus,
	2. Asellus aquaticus,
	3. Oniscus murarius,
	4. Gammarus pulex,
	5. Daphnia,
Mollusken	6. Anodonta mutabilis,
	7. Limnaea stagnalis,
	8. Planorbis corneus,
	9. Helix ponatia,
Echinodermen	10. Hippasterias phrygiana,
	11. Spatangus purpureus,
	12. Echinus esculentus var. depressus,

Vermes	13. Hirudo medicinalis,
	14. Herpobdella atomaria (Carena),
	15. Bothriocephalus punctatus,
	16. Ascaris lumbricoides,
Cölenteraten	17. Aurelia aurita,
Plankton	18. vorwiegend Ceratium.

Durch diese Auswahl ist es ermöglicht, interessante Vergleiche zwischen Meeres-, Süßwasser- und Landtieren in bezug auf ihre chemische Zusammensetzung zu ziehen. Besonders nahe liegt auch die Frage, wie verhalten sich die einzelnen Gruppen des Tierreichs in ihrer chemischen Zusammensetzung zueinander, lassen sich da allgemeine Gesetze erkennen? Das alles führt schon ins allgemein Biologische über, hängt aber wiederum mit dem erst skizzierten Problem des Meereshaushalts zusammen. Die Analysen der untersuchten Süßwassertiere können gleichzeitig als Beitrag zum Problem des Stoffhaushalts der Binnenseen verwendet werden. Besonders bei kleinen Fischteichen sind die Untersuchungen in dieser Richtung viel leichter wegen der Abgeschlossenheit des Raumes und der Fähigkeit, die in Betracht kommenden Faktoren experimentell beeinflussen zu können.

Aber außer der Bedeutung solcher Analysen für obige Probleme werden vielfach biologische Fragen anderer Art berührt, besonders physiologischer Natur.

Die Anregung zu den folgenden Untersuchungen ging von Herrn Geheimrat Professor Dr. Brandt aus, dem ich hierfür meinen herzlichen Dank ausspreche, auch für die liebenswürdige Unterstützung bei Ausführung der Arbeit. Ausgeführt wurden die Untersuchungen im biologischen Meereslaboratorium in Kiel, und bin ich dem Leiter der chemischen Abteilung, Herrn Dr. Raben, sehr zu Dank verpflichtet für die freundliche Hilfe, die er mir während der ganzen Dauer der Untersuchungen in jeder Weise geleistet hat, besonders auch für die Einführung in die Technik der organischen Analyse.

2. Die Methoden.

a) Die allgemeinen Grundlagen.

Die nähere Begründung und Beschreibung der angewendeten Methode findet sich bei Brandt in seiner Arbeit über die chemische Zusammensetzung des Planktons. Da auch noch Delff in seiner schon genannten Abhandlung die Methodik behandelt hat, begnüge ich mich mit einer kurzen Skizzierung, um nur bei Abweichungen von dem allgemeinen Schema ausführlicher zu werden.

In den Organismen wird bestimmt der Gehalt an Wasser und Trockensubstanz, in letzterer Eiweiß, Kohlehydrate, Fett, eventuell Chitin und Cellulose, sowie Asche. Als Aschenbestandteile werden angegeben: Fe_2O_3 ($+Al_2O_3$), CaO, P_2O_5, Seesalz, Cl und SiO_2. Verrechnet werden die Werte folgendermaßen:

Auf Grund des gefundenen Wertes für Stickstoff wird mittels der Plaifairschen Eiweißformel $C_{21}H_{38}N_6O_8$ der Gehalt an Rohprotein berechnet, nachdem bei Vorhandensein von

Chitin ($C_9H_{15}NO_6$) vorher der hierfür erforderliche Stickstoff abgezogen wird. Dann wird ausgerechnet, wieviel Kohlenstoff und Wasserstoff für die gefundenen Werte von Eiweiß, Fett, Chitin oder Zellulose erforderlich ist. Für die Fette wird die Durchschnittszusammensetzung von 76,6 % C, 12,1 % H und 11,2 % O angenommen, für Zellulose die Formel $C_6H_{10}O_5$ zugrunde gelegt. Was nach Abzug der so ermittelten Zahlen von Kohlenstoff und Wasserstoff von dem durch Elementaranalyse gefundenen übrigbleibt, wird zur Berechnung der Kohlehydrate benutzt und zwar mittels der Formel $C_6H_{10}O_5$, deren Berechtigung für diesen Zweck Delff in seiner Dissertation auseinandergesetzt hat. Indem in diesem Punkte von dem gewöhnlichen Verfahren abgewichen wird (gewöhnlich wird für Kohlehydrate der Rest angenommen, der nach Abzug von Eiweiß-, Fett-, Chitin- und Ascheprozenten von 100 % übrigbleibt), ist es möglich, eine gewisse Kontrolle der Analyse zu üben, da die so unabhängig gefundenen Werte zusammen ungefähr 100 ergeben müssen. Außerdem müssen die Zahlen für Kohlenstoff und Wasserstoff, die für die Kohlehydrate zurückbleiben, theoretisch im Verhältnis 7,2:1 stehen, gemäß der Formel $C_6H_{10}O_5$. Doch wird das letztere nicht immer zutreffen wegen der großen Hygroskopizität des Untersuchungsmaterials und anderseits bei sehr geringer Menge der Kohlehydrate. Aus diesem Grunde ist es auch nötig, der Berechnung der Kohlehydrate allein den Kohlenstoffwert zugrunde zu legen.

Um die Analysen untereinander vergleichbar zu gestalten, ist es nötig, das gesamte Seesalz und die unlösliche Asche abzuziehen wegen der Schwierigkeit, festzustellen, wieviel Seesalz oder Kieselsäure dem Tiere selbst zukommt, oder ihm mechanisch oder durch Nahrung beigefügt ist. Die nähere Begründung für diese Umrechnung findet sich in der Delffschen Arbeit. Bei den Süßwasser- und Landtieren wurde nur die unlösliche Asche abgezogen und nicht auch die lösliche, da es hier sicher ist, daß sie dem Tiere angehört.

b) Die angewandte Technik.

Trockengewichtsbestimmung: Die Tiere wurden gezählt, gemessen und durch Abspülen von äußerem Schmutz gereinigt, äußerlich abgetrocknet, gewogen und in einer flachen Porzellanschale auf dem Wasserbade erwärmt, bis sie hart und trocken geworden waren. Darauf wurden sie mehrere Stunden in den Trockenschrank bei 90° gestellt und bis zur Gewichtskonstanz im Exsiccator gelassen. In einem größeren Mörser wurden sie zerkleinert und im Achatmörser pulverisiert und gehörig gemischt, wiederum einige Stunden in den Trockenschrank gestellt und im Exsiccator bis zur Gewichtskonstanz aufbewahrt. Handelt es sich um in Alkohol konserviertes Material, was möglichst vermieden worden ist, und bei diesen Untersuchungen nur in fünf Fällen vorkam, so wurden die Tiere für sich auf dem Wasserbade getrocknet und grob zerkleinert. Der Alkoholextrakt wurde soweit wie möglich durch Destillation eingedampft und in kleinen Portionen (nie mehr als die Substanz durch ihre Porösität festhält) zu der ursprünglichen Substanz gegossen und auf dem Wasserbade eingedampft. Die weitere Behandlung geschah wie bei frischen Tieren, nur wurde noch mehr Sorgfalt auf eine gleichmäßige Mischung gelegt, da der Alkohol hauptsächlich Fette auszieht und es von großem Werte ist, daß diese gleichmäßig in der Substanz verteilt werden.

Elementaranalyse: Diese wurde in gewöhnlicher Weise ausgeführt. Wegen des Schwefelgehalts wurde eine längere Schicht Bleichromat im Verbrennungsrohr eingeschaltet. Die Substanz wurde im Kupferschiffchen mit Kobaltooxyduloxyd (Co_3O_4) gemischt, was eine leichte und gleichmäßige Verbrennung bei nur schwacher Erhitzung der Substanz ermöglichte. (Lassar-Cohn, Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien, Allgemeiner Teil, 4. Auflage, Seite 282, nach Lassar zitiert: Brunck, Zeitschrift für angewandte Chemie, Bd. 18, Seite 1560. Brunck schreibt: „Mengt man feinpulverisierte Kohle mit Kobaltoxyd recht innig, und erhitzt das Gemisch in einer Sauerstoffatmosphäre ganz schwach, so tritt schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur Entzündung ein, und die Kohle verbrennt glatt ohne jede weitere Wärmezufuhr von außen.") Bei allen Organismen, die fertig gebildete Kohlensäure enthielten, das sind besonders die Crustaceen und Echinodermen, wurde die Substanz vorher in einem dichten Kupferschiffchen mit Phosphorsäure (stark verdünnt) behandelt und getrocknet, um so die Kohlensäure auszutreiben. Wenn es auch wegen der Temperatur im Verbrennungsrohr unter dem Schiffchen, das immer nur mit kleinen Flammen erhitzt wurde, unwahrscheinlich ist, daß die meist an Kalk gebundene Kohlensäure fortgeht, so ist die Vorbehandlung mit Phosphorsäure auf jeden Fall sicherer und methodisch exakter. Es muß nur darauf gesehen werden, die so behandelte Substanz gut zu trocknen, was oft mehrere Tage in Anspruch nehmen kann, oder aber man muß eine Analyse für die Wasserstoffbestimmung mit der ursprünglichen Substanz besonders machen.

Stickstoffbestimmung: Diese wurde nach der Methode von Dumas ausgeführt, die Substanz wurde ebenfalls mit Co_3O_4 gemischt.

Wurden mehrere Analysen derselben Substanz gemacht, so wurde bei der Elementaranalyse der höchste Kohlenstoff- und niedrigste Wasserstoffwert als richtig angenommen, bei den Stickstoffbestimmungen der mittlere Wert.

Die Fettextraktionen wurden im Soxhletschen Apparat mit über Natrium destillierten Äther vorgenommen und ungefähr 10 bis 12 Stunden fortgesetzt. Von dem Extrakt wurde der Äther abdestilliert, das den Rückstand enthaltende Kölbchen einige Stunden im Trockenschrank und längere Zeit im Exsiccator getrocknet. Aus der Differenz der Gewichte des leeren und des Extrakts enthaltenden Kölbchens berechnet man die Menge des Ätherextrakts, der in den Analysenresultaten kurz als Fett bezeichnet wurde.

Aschenbestimmung: Die zur Fettextraktion verwendete Substanz war in einem so gut wie aschefreien gehärteten, möglichst kleinen Filter eingewickelt, sie wurde gleichzeitig zur Aschenbestimmung verwendet. Es wurde anfangs mit kleiner abstehender Flamme im Platintiegel erhitzt, bis das Filter brannte, dann wurde die Flamme gelöscht, denn nun fand innerhalb der Substanz von selbst eine meist vollständige Verkohlung statt. Dann wurde einige Stunden mit destilliertem Wasser auf dem Wasserbade ausgelaugt; der Rückstand konnte dadurch stärker geglüht werden, da die löslichen, besonders flüchtigen Salze entfernt waren und so ein Einschließen von unverbrannter Kohle, von schmelzenden Salzen, sowie ein Verlust an Chloriden ausgeschlossen ist. War die Asche einigermaßen weiß geworden, so wurde gewogen, einige Stunden auf dem Wasserbade mit verdünnter Salzsäure digeriert und filtriert. Der unlösliche

Rückstand wurde in eine Platinschale gespritzt, eingedampft, getrocknet und gewogen. Drauf wurde geglüht, die Differenz zwischen getrocknetem und geglühtem Rückstande ergab die unverbrannte Kohle, welche gleich von der Asche abgezogen wurde, der geglühte Rückstand wurde als unlösliche Asche bezeichnet und erwies sich immer als SiO_2. Das zum Auslaugen der löslichen Salze verwendete Wasser wurde ebenfalls in einer Platinschale eingedampft und sehr schwach mit kleiner Flamme einen Augenblick erhitzt, um die löslichen organischen Stoffe zu zerstören, der Rückstand ergab das Gewicht der löslichen Asche. In dem salzsäurelöslichen Teil der Asche wurde noch Fe_2O_3 + (Al_2O_3), CaO und P_2O_5 bestimmt. Nachdem die Lösung essigsauer gemacht worden war, wurde siedendheiß mit Ammonacetat gefällt, der Niederschlag geglüht und als Fe_2O_3 (+ Al_2O_3) gewogen, dann in Salpetersäure gelöst und die Phosphorsäure nach Woy (Treadwell, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie 1905 Band II, Seite 319) als $Mg_2P_2O_7$ bestimmt. In dem Filtrat des Eisenniederschlags, das noch Kalk und weitere Phosphorsäure enthält, wurde durch Fällen mittels heißen Ammonoxalats, Glühen und Wägen des Niederschlags der Kalk als CaO bestimmt, die Phosphorsäure wie oben nach Woy als $Mg_2P_2O_7$ bestimmt. Da die Chloride nie genau und nur mit Verlusten aus der Asche bestimmt werden können, wurde das Chlor, wie Delff es angegeben hat, direkt aus der Trockensubstanz noch einmal besonders bestimmt. Die Substanz wurde zu diesem Zwecke mit Wasser ausgekocht, das Filtrat mit Ammonkarbonat eingedampft, schwach geglüht und von der Kohle abfiltriert. In dem Filtrat wurde das Chlor titrimetrisch mit Kaliumchromat als Indicator bestimmt.

Bei einigen Crustaceen und Echinodermen wurde außerdem noch die Kohlensäure mittels der Bunsenschen Kohlensäurebestimmungsapparate bestimmt.

Die Chitinbestimmungen wurden folgendermaßen ausgeführt: Eine abgewogene Menge Substanz wurde zur Entkalkung mit zirka 15 % Salzsäure ausgekocht, abfiltriert, der Rückstand mit 15 % Kalilauge längere Zeit gekocht, gewaschen mit Wasser, Alkohol und Äther und gewogen. Dieses Rohchitin wurde verascht, der Rückstand vom Gesamtwert abgezogen und so das Reinchitin bestimmt.

Die Zellulose bei Ceratium wurde nach der Weender Methode (angegeben in „Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden" von Prof. Dr. E. Haselhoff) bestimmt. Die Substanz wurde ½ Stunde mit 1½ % Schwefelsäure gekocht, zweimal ½ Stunde mit derselben Menge (200 ccm) Wasser und dann mit 1½ % Kalilauge. Diese wurde auf dieselbe Weise wie die Schwefelsäure durch Auskochen mit Wasser entfernt, um darauf den Rückstand auf einem gewogenen Filter zu sammeln, waschen mit Wasser, Alkohol und Äther, bei 100° und im Exsiccator zu trocknen und zu wägen.

3. Die Analysen.

1. Nephrops norvegicus.

Die erste Analyse soll zur Erläuterung des Vorstehenden etwas ausführlicher behandelt werden.

Zwei Exemplare (männlich), 15 cm lang von Rostrumspitze bis Telsonende, wurden am 18. November 1912 von Herrn Dr. Raben auf einer Poseidonfahrt zwischen Skagen und Göte-

borg auf Schlickgrund gefangen und in Alkohol konserviert. Lebendgewicht 128 g, Trockengewicht 34,32 g, demnach bestehen die Tiere zu 73,19 % aus Wasser und zu 26,81 % aus Trockensubstanz.

Stickstoff a) 0,1646 g Substanz ergaben bei 777 mm Barometerstand und 12° C 10,9 ccm N über Wasser gemessen. Das entspricht 0,0132 g = **8,00 % N**,

b) Eine Kontrollanalyse ergab: 0,1573 g (b = 776 mm, t = 9°) — 10,31 ccm = 0,0126 g = **8,01 % N**.

Zur Rechnung wird der Durchschnitt beider Analysen benutzt, also: 8,005 % = **8,01 % N**.

Chitin 0,8458 g Substanz ergaben 0,0552 g = **6,53 % Reinchitin**.

Eiweiß Zu 6,53 % Chitin gehören gemäß der Formel $C_9H_{15}NO_6$ 0,39 % N, es bleiben demnach für Eiweiß 7,62 % N. Unter Zugrundelegung der Playfairschen Eiweißformel $C_{24}H_{38}N_6O_8$ kommen auf 1 % N 6,41 % Eiweiß, wir erhalten also in diesem Falle 7,62—6,41 = **48,84 % Eiweiß**.

Fett 2,0654 g Substanz gaben 0,0518 g = **2,51 % Fett**.

Kohlehydrate Elementaranalyse:

a) 0,1634 g Substanz gaben 0,1935 g CO_2 und 0,0638 g H_2O, das ist 32,29 % C und 4,37 % H,

b) die Kontrollanalyse ergab:

0,1152 g Substanz . . . . . 0,1726 g CO_2 = 32,12 % C,

0,1452 g Substanz . . . . . 0,0575 g H_2O = 4,43 % H.

Zur Berechnung benutzt wird der höchste C-Wert = **32,42 % C** und der niedrigste H-Wert = **4,37 % H**. Von diesen Werten müssen die für Eiweiß, Fett und Chitin erforderlichen Mengen an C und H abgezogen werden, um den Rest dann auf Kohlehydrate zu verrechnen.

Auf Grund der empirischen Formeln ist erforderlich:

für	48,81 %	Eiweiß	26,14 % C	und	3,45 % H
„	6,54 %	Chitin	3,03 % C	„	0,42 % H
„	2,51 %	Fett	1,93 % C	„	0,30 % H
			Summa: 31,10 % C	und	4,17 % H.

Als Rest für Kohlehydrate bleibt: 32,42—31,10 = 1,32 % C und 4,37—4,17 = 0,20 % H. Die Kohlehydratmenge wird auf Grund des C-Wertes berechnet gemäß der Formel $C_6H_{10}O_5$. Zu 1,32 % C gehören 1,48 % O und 0,18 % H, zusammen **2,98 % Kohlehydrate**.

Eine gewisse Kontrolle für die Richtigkeit der Werte kann, wie schon früher ausgeführt, aus den Verhältnissen von C:H ersehen werden. Theoretisch soll sich C:H = 7,2:1 verhalten, hier ist es 1,32:0,20 = 6,6:1. Auf die Unsicherheit dieser Kontrolle ist ebenfalls schon hingewiesen worden (Abschnitt Methoden, allgemeine Grundlagen).

Gesamtasche: 2,0654 g ergaben 0,7820 g = **37,86 % Asche**.

Aschenbestandteile: in 2,0654 g Substanz war enthalten:

1. Wasserlöslich 0,1124 g = 5,44 %,
2. HCl-löslich 0,658 g = 31,86 %, hiervon

a) Fe_2O_3 (+ Al_2O_3): (da Al_2O_3 quantitativ nicht in Betracht kommt, wurde dieser Niederschlag einfach als Fe_2O_3 angeführt) von 0,0218 g (Fe_2O_3 + P_2O_5) abzuziehen 0,0102 g P_2O_5, bleibt 0,0116 g = **0,56** % Fe_2O_3,

b) CaO: 0,3300 g = **15,98** % CaO,

c) P_2O_5: α) im Eisenniederschlag war enthalten 0,0160 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0102 g P_2O_5,

β) im Filtrat des Eisenniederschlags enthalten: 0,0344 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0219 g P_2O_5,

im ganzen 0,321 g = **1,55** % P_2O_5.

3. Unlöslich 0,0116 g = **0,56** %.

CO_2: 0,5328 g Substanz ergaben 0,0572 g = **10,74** % CO_2.

Seesalz: 1,3892 g Substanz wurde extrahiert und zu 100 ccm aufgefüllt. 10 ccm entsprachen 1,21 ccm $\frac{1}{10}$ AgNO$_3$, 100 ccm 12,1 ccm $\frac{1}{10}$ AgNO$_3$ = 0,0429 g = 3,09 % Cl. Da das Seesalz einen konstanten Chlorgehalt von 55,37 % besitzt, kann man durch Multiplikation des Chlorwertes mit $\frac{100}{55{,}37}$ den Gehalt an Seesalz berechnen. In diesem Falle also $\frac{3{,}09 \cdot 100}{55{,}37}$ = 5,58 % Seesalz. (Die nähere Begründung dieser Berechnungsart ist ausgeführt in Brandt, Beiträge zur chemischen Zusammensetzung des Planktons.)

Um die gefundenen Werte auf seesalz- und kieselsäurefreie Substanz zu beziehen, muß 0,56 + 5,58 = 6,14 % abgezogen werden und sämtliche Zahlen mit dem Faktor $\frac{100}{93{,}86}$ multipliziert werden:

8,53 % N	52,04 % Eiweiß,
	6,96 % Chitin,
	2,67 % Fett,
	3,18 % Kohlehydrate,
(0,60 % Fe_2O_3, 17,03 % CaO, 1,65 % P_2O_5)	33,79 % Asche,
	98,64 % Summa.

Die Differenz von der theoretischen Summe 100 beträgt nur 1,36.

Verdauungsversuch. Um die Verdaulichkeit der Körpersubstanz zu untersuchen, wurde 1,2451 g der künstlichen Verdauung mittels Trypsinlösung unterworfen. 2 g käufliches Trypsin wurden mit 2 g Natriumkarbonat in 500 ccm Wasser gelöst und davon 100 ccm zu der Trockensubstanz gegossen. Nachdem die Mischung 16 Tage lang bei 36° im Brutofen gehalten worden war, wurde abfiltriert, getrocknet und gewogen. Der Rückstand betrug 0,5974 g, demnach 47,97 % unverdaut, **52,03** % verdaut.

2. Asellus aquaticus.

552 Exemplare von 10 mm mittlerer Größe wurden am 5. Juli 1912 im Düsternbrooker Teich bei Kiel gefangen und frisch verarbeitet. Sie wurden in Leitungswasser von äußerem Schmutz befreit und auf Filtrierpapier getrocknet. Sie wogen frisch 22,8776 g, getrocknet 4,3716 g, also 80,90 % Wasser, 19,1 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,1428 g (b = 776 mm, t = 12°) — 9,3 ccm = 0,01122 g = **7,86** % N.

Chitin: 1,0160 g — 0,0516 g = **5,08** % Chitin.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Eiweiß: 0,31 % N für Chitin ab von 7,86 % N, also 7,55 % N für Eiweiß. $7{,}55 \cdot 6{,}41 = \mathbf{48{,}41}$ % Eiweiß.

Fett: 1,0076 g — 0,0112 g = **1,11 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1180 g — 0,1314 g CO_2 = 30,37 % C,
0,1180 g — 0,0181 g H_2O = 4,56 % H.
C für Eiweiß, Chitin und Fett (25,91 + 2,35 + 0,85), H (3,42 + 0,33 + 0,13) abzuziehen von 30,37 % C und 4,56 % H. Rest für Kohlehydrate 1,26 % C und 0,68 % H. Zu 1,26 % C gehören 1,41 % O und 0,17 % H, zusammen **2,84 % Kohlehydrate.**

Asche: 1,0076 g verascht, davon:

1. Wasserlöslich	0,0260 g	= 2,58 %,
2. HCl-löslich	0,3568 g	= 35,41 %,
3. Unlöslich	0,0390 g	= 3,87 %,
	Gesamtasche	**41,86 %.**

Aschenbestandteile:

Fe_2O_3 0,0116 g = 1,15 %,
CaO 0,1911 g = 18,97 %,
P_2O_5: α) 0,0100 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0064 g P_2O_5,
β) 0,0260 g „ — 0,0166 g „
0,0230 g = 2,28 % P_2O_5.

Cl: 0,9176 g zu 100 ccm, 50 ccm . . . . 0,4 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. Das ist 0,00284 g = **0,31 % Cl.**

CO_2: 0,9386 g . . . . 0,1016 g = **10,82 % CO_2.**

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen (es müssen die Werte mit dem Faktor $\frac{100}{96{,}13}$ multipliziert werden):

7,86 % N	50,16 % Eiweiß,
	5,28 % Chitin,
	1,16 % Fett,
	2,96 % Kohlehydrate,
(1,20 % Fe_2O_3, 19,73 % CaO, 2,37 % P_2O_5)	39,52 % Asche,
	99,28 % Summa.

3. Oniscus murarius.

1207 Exemplare, gestreckt 1,5—0,7 cm lang, wurden am 9. Oktober 1912 in Bremen unter einem Steinhaufen gesammelt. Sie wogen frisch 79 g, getrocknet 24,004 g. Demnach 69,61 % Wasser und 30,39 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,1086 g (b = 775 mm, t = 10°) — 6 ccm = 0,00729 g = **6,72 % N.**

Chitin: 1,2150 g — 0,0950 g = **7,82 % Chitin.**

Eiweiß: 0,47 % N für Chitin ab von 6,72 %, Rest für Eiweiß 6,25 %. $6{,}25 \cdot 6{,}41 = \mathbf{40{,}06}$ % Eiweiß.

Fett: 1,5586 g — 0,0972 g = **6,24 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1752 g — 0,2031 g CO_2 = 31,66 % C,
0,1752 g — 0,0688 g H_2O = 4,39 % H.
C für Eiweiß, Fett und Chitin (21,44 + 4,79 + 3,62) H (2,83 + 0,76 + 0,50). Rest für Kohlehydrate 31,66 — 29,85 = 1,81 % C und 4,39 — 4,09 = 0,30 % H. C : H = 6,03 : 1.
Zu 1,81 % C gehören 2,03 % O und 0,25 % H, zusammen **4,09 % Kohlehydrate.**

Asche: 1,5586 g verascht, davon:
1. Wasserlöslich 0,0372 g = 2,39 %,
2. H Cl-löslich 0,5298 g = 33,99 %,
3. Unlöslich 0,0420 g = 2,70 %,

Gesamtasche 39,08 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0084 g = 0,54 %,
CaO 0,2814 g = 18,05 %,
P_2O_5: α) 0,0118 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0075 g P_2O_5,
β) 0,0590 g „ — 0,0376 g „
0,0451 g = **2,89 %** P_2O_5.

Cl. 1,0046 g zu 100 ccm aufgefüllt, 50 ccm — 1,4 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, demnach 0,00993 g = **0,99 % Cl.**

Auf reduzierte Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{97,3}$):

6,91 % N
41,17 % Eiweiß,
8,04 % Chitin,
6,41 % Fett,
4,20 % Kohlehydrate,
(0,56 % Fe_2O_3, 18,55 % CaO, 2,97 % P_2O_5) 37,39 % Asche,
97,21 % Summa.

4. Gammarus pulex.

317 Exemplare, gestreckt 12—15 mm lang, wurden am 18. Mai 1912 in der Eider bei Kiel gefangen und frisch verarbeitet. Sie wogen frisch 6,95 g, getrocknet 1,8476 g, demnach 73,91 % Wasser und 26,59 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,2174 g (b = 775 mm, t = 13°) — 14,7 ccm = 0,01763 g = **8,11 % N.**

Chitin: 0,4816 g — 0,0382 g = **7,93 % Chitin.**

Eiweiß: Von 8,11 % N 0,48 % für Chitin abzuziehen, bleibt 7,63 % N für Eiweiß.
7,63 · 6,41 = **48,91 % Eiweiß.**

Fett: 0,7172 g — 0,0462 g = **6,44 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,2003 g — 0,2963 g CO_2 = 40,34 % C,
0,2003 g — 0,1010 g H_2O = 5,64 % H.
Abzuziehen C für Eiweiß, Chitin und Fett (26,18 + 3,68 + 4,94), H (3,45 + 0,51 + 0,78). Rest für Kohlehydrate: 39,51 — 33,97 = 5,54 % C und 5,64 — 4,74 = 0,90 % H. C : H = 6,16 : 1. Zu 5,54 % C gehören 6,22 % O und 0,77 % H.
Zusammen **12,53 % Kohlehydrate.**

Asche: 0,7172 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0154 g = 2,15 %,
2. H Cl-löslich 0,1544 g = 21,53 %,
3. Unlöslich unwägbar = —

Gesamtasche **23,68** %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0032 g = 0,45 %,
CaO 0,1122 g = 15,64 %,

P_2O_5: α) 0,0042 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0026 g P_2O_5,
β) 0,0236 g „ — 0,0150 g „

0,0176 g = **2,45** % P_2O_5.

Cl: 0,2020 g zu 100 ccm aufgefüllt. 100 ccm — 0,6 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$ = 0,0021 g = **1,05** % Cl.

Auf reduzierte Trockensubstanz bezogen:

8,11 % N	48,91 % Eiweiß,
	7,93 % Chitin,
	6,44 % Fett,
	12,53 % Kohlehydrate,
(0,45 % Fe_2O_3, 15,64 % CaO, 2,45 % P_2O_5)	23,68 % Asche,
	99,49 % Summa.

5. Daphnia pulex.

Am 19. Juni 1912 wurde in einem Waldteich bei Bremen ein fast reiner Daphnienfang gemacht. Der Fang wurde in kleinen Portionen in eine flache Glasschale gebracht, um einige (es waren sehr wenige) Copepoden und Insektenlarven zu entfernen. Darauf wurden die Tiere in Leitungswasser gespült und nach Abtropfung gewogen. Von 67,2 g wurden 2,623 g in Petrischalen gezählt und ergaben 5334 Exemplare. Der ganze Fang enthielt demnach 136654 Tiere, welche 4,2895 g Trockensubstanz ergaben. Das Einzeltier liefert also 0,000031 g Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,1164 g (b = 775 mm, t = 13°) — 7,8 ccm = 0,00936 g = **8,04** % N.

Chitin: 1,1750 g — 0,1224 g = **10,42** % Chitin.

Eiweiß: 0,63 % N für Chitin ab von 8,04 %, bleibt für Eiweiß 7,41 % N.

7,41 · 6,41 = **47,50** % Eiweiß.

Fett: 0,8383 g — 0,0473 g = **5,64** % Fett.

Kohlehydrate: 0,2818 g — 0,3918 g CO_2 = 37,92 % C,
0,2818 g — 0,1312 g H_2O = 5,21 % H.

C für Eiweiß, Chitin und Fett (25,43 + 4,83 + 4,33) H (3,35 + 0,67 + 0,68). Rest für Kohlehydrate 3,33 % C und 0,51 % H. C : H = 6,53 : 1. Zu 3,33 % C gehören 3,74 % O und 0,46 % H, zusammen **7,53** % Kohlehydrate.

Asche: 0,8383 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0020 g = 0,24 %,
2. H Cl-löslich 0,1711 g = 20,80 %,
3. Unlöslich 0,0502 g = 5,99 %,

Gesamtasche **27,03** %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0027 g = 3,22 %,
CaO 0,0730 g = 8,71 %.
P_2O_5: α) 0,0102 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,02563 g P_2O_5,
β) 0,0190 g „ — 0,03124 g „

0,05687 g = **6,78** % P_2O_5.

CO_2: 0,6078 g — 0,0056 g = **0,92** % CO_2.

Cl: 0,7256 g zu 100 ccm aufgefüllt. 100 ccm — 0,2 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$ = 0,000709 g = **0,10** % Cl.

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{94,01}$)

8,55 % N — 50,53 % Eiweiß,
11,08 % Chitin,
6,00 % Fett,
8,01 % Kohlehydrate,
3,43 % Fe_2O_3, 9,27 % CaO, 7,21 % P_2O_5) — 22,38 % Asche,

98,00 % Summa.

Verdauungsversuch: Von 1,0402 g — 0,5194 g = 49,93 % unverdaut,
50,07 % verdaut.

6. Anodonta mutabilis.

Vier Exemplare wurden am 13. Juli 1912 im Schulensee bei Kiel gefangen. Der Längsdurchmesser betrug 10 cm, der Querdurchmesser 5,5 cm im Durchschnitt. Tiere (+ Schale) wogen frisch 336,2 g, die Schalen allein und getrocknet 77,7 g. Die Weichkörper (Lebendgewicht 258,5 g) wurden mit dem zwischen den Schalen befindlichen Wasser auf dem Wasserbade eingedampft und im Trockenschrank sowie Exsiccator getrocknet, sie wogen dann 12,5628 g, bestanden also zu 95,14 % aus Wasser. Die Weichkörper dreier anderer Tiere wurden ohne das zwischen den Schalen befindliche Wasser eingedampft. Sie wogen frisch 113,89 g, getrocknet 16,2338 g, demnach 85,76 % Wasser. Analysiert wurden nur die vier ersten Exemplare, da eine Untersuchung ergab, daß das Wasser zwischen den Schalen organische Substanz enthielt, teilweis gelöst, teilweis suspendiert. (Durch Verletzung beim Öffnen der Schalen?). Der den Tieren tatsächlich entsprechende Wassergehalt dürfte mit 87 % des Weichkörpers anzunehmen sein.

Schale. Das Verhältnis von Schale: Weichkörper (trocken) = 6,19:1. Die qualitative anorganische Analyse ergab Ca und CO_2, außerdem konnten mittels Rhodankalium Spuren von Eisen nachgewiesen werden, doch war die Menge zu gering, um gewichtsanalytisch bestimmt zu werden.

Bei allen Analysen von Molluskenschalen wurde der kohlensaure Kalk bestimmt, indem eine abgewogene Menge Schalensubstanz verascht wurde, mit Ammoniumkarbonat eingedampft, um die ausgetriebene Kohlensäure zu ersetzen, dann schwach geglüht und gewogen.

Außerdem wurde noch CaO gewichtsanalytisch bestimmt, dazu die entsprechende Menge kohlensauren Kalks berechnet und mit der durch Veraschung gefundenen kontrolliert:

a) 0,1899 g verascht, mit $(NH_4)_2CO_3$ eingedampft und schwach geglüht, es blieb 0,1755 g = **92,42** % $CaCO_3$,

b) 0,1899 g ergaben 0,0980 g CaO (51,78 %), dazu berechnet 0,0771 g CO_2, zusammen 0,1751 g = **92,37** % $CaCO_3$.

Weichkörper.

Stickstoff: 0,1783 g (b = 775,5 mm, t = 13,5°) — 10,1 ccm = 0,01209 g = **6,78** % **N.**

Eiweiß: 6,78 · 6,41 = **43,46** % **Eiweiß.**

Fett: 2,0126 g — 0,0811 g = **3,97** % **Fett.**

Kohlehydrate: 0,1091 g — 0,1650 g CO_2 = **41,13** % **C,**

0,1091 g — 0,0572 g H_2O = **5,85** % **H.**

C für Eiweiß und Fett (23,27 + 3,01), H (3,07 + 0,48), Rest für Kohlehydrate 14,82 % C und 2,30 % H. Zu 14,82 % C gehören 16,64 % O und 2,05 % H, zusammen **33,51** % **Kohlehydrate.**

Asche: 2,0126 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0226 g = 1,11 %,
2. HCl-löslich 0,2979 g = 14,58 %,
3. Unlöslich 0,0060 g = 0,29 %,

Gesamtasche 15,98 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0151 g = 0,74 %,

CaO 0,1202 g = 5,89 %.

P_2O_5: α) 0,2370 g Molybdat — 0,0089 g P_2O_5,

β) 2,9604 g „ — 0,1110 g „

0,1199 g = 5,87 % P_2O_5.

Cl: 2,0164 g zu 100 ccm aufgefüllt. 50 ccm — 1 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. 0,00709 g = **0,35** % **Cl.**

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen ($\frac{100}{99,71}$ Faktor):

6,80 % N — 43,59 % Eiweiß,

3,98 % Fett,

33,61 % Kohlehydrate,

0,74 % Fe_2O_3, 5,90 % CaO, 5,89 % P_2O_5) — 15,74 % Asche,

96,92 % Summa.

Verdauungsversuch: Von 2,460 g Substanz — 1,5066 g verdaulich, also **61,24** %.

7. Limnaea stagnalis.

30 Exemplare, 4,5 cm von Spitze bis Ohrgrund, wurden am 17. Juli 1912 in einem Sumpfteich bei Altheikendorf gesammelt. Die Tiere wurden nach sorgfältiger äußerer Reinigung in kochendes destilliertes Wasser geworfen, die Weichkörper konnten dann leicht herausgezogen

werden. Weichkörper und Wasser wurden dann eingedampft zur Trockengewichtsbestimmung. Die ganzen Tiere wogen frisch 163,5 g, die Weichkörper allein 139,3 g, die Gehäuse wogen getrocknet 21,2 g, die Weichkörper 13,058 g, letztere enthalten demnach 90,63 % Wasser. Der Gesamtkörper (einschließlich der Schale) besteht aus 77,21 % Wasser und 37,26 % Trockensubstanz.

Gehäuse. Das Verhältnis von Schale : Weichkörper (trocken) = 1,85 : 1. Die anorganisch-qualitative Analyse ergab nur Ca und CO_2.

$CaCO_3$: a) 0,1508 g verascht, mit $(NH_4)_2CO_3$ eingedampft, schwach geglüht — 0,1459 g = 96,75 % $CaCO_3$.

b) 0,1861 g — 0,1011 g = 54,22 % CaO, dazu 0,0792 g CO_2, zusammen 0,1803 g = 96,73 % $CaCO_3$.

Weichkörper.

Stickstoff: 0,1322 g (b = 776 mm, t = 15°) — 11,7 ccm = 0,00119 g = **10,46 % N.**

Eiweiß: 10,46 · 6,41 = **67.03 % Eiweiß.**

Fett: 1,6590 g — 0,0885 g = **5,33 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1292 g — 0,2180 g CO_2 = 46,02 % C,
0,1292 g — 0,0784 g H_2O = 6,79 % H.

C für Eiweiß und Fett (35,88 + 4,08), H (4,73 + 0,65), Rest für Kohlehydrate 6,06 % C und 1,41 % H. Zu 6,06 % C gehören 6,80 % O und 0,84 % H, zusammen **13,70 %** Kohlehydrate.

Asche: 1,6590 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0436 g = 2,63 %,
2. HCl-löslich 0,1390 g = 8,38 %,
3. Unlöslich 0,0194 g = 1,17 %,

Gesamtasche **12,18 %.**

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0079 g = 0,48 %,
CaO 0,0570 g = 3,42 %.

P_2O_5: α) 0,0110 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0070 g P_2O_5,
β) 0,0180 g „ — 0,0300 g „

0,0370 g = 2,23 % P_2O_5.

Cl. 1,3784 g zu 100 ccm. 25 ccm — 1 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, 0,01418 g = **1,03 % Cl.**

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen ($\frac{100}{98,83}$ = Faktor):

10,58 % N — 67,82 % Eiweiß,
5,39 % Fett,
13,86 % Kohlehydrate,
(0,48 % Fe_2O_3, 3,46 % CaO, 2,29 % P_2O_5) — 11,14 % Asche,

98,21 % Summa.

Verdauungsversuch: Von 1,5502 g — 0,3194 g = 20,60 % unverdaulich.
79,40 % verdaulich.

8. Planorbis corneus.

30 Exemplare, mit einem Gehäusedurchmesser von 2 bis 2,5 cm, wurden am 27. Juli 1912 in einem Graben der Moorteichwiese in Kiel gesammelt. Die Gesamttiere wogen lebend 58,3 g, die Weichkörper 43,1 g, die Gehäuse 15,2 g. Trockengewicht der Weichkörper 5,05 g, demnach 88,28 % Wasser und 11,72 % Trockensubstanz. (Die Weichkörper wurden wie bei Limnaea herauspräpariert.) Gesamtkörper (mit Schale) besteht also aus 65,27 % Wasser und 34,73 % Trockensubstanz.

Gehäuse. Schale: Weichkörper (trocken) = 3,01 : 1. Die anorganisch-qualitative Analyse ergab nur Ca und CO_2.

$CaCO_3$: a) 0,2401 g verascht, mit $(NH_4)_2CO_3$ eingedampft und schwach geglüht — 0,2346 g = 97,59 % $CaCO_3$.

b) 0,2401 g — 0,1314 g = 54,66 % CaO, dazu 0,1031 g CO_2, zusammen 0,235 g = 97,55 % $CaCO_3$.

Weichkörper.

Stickstoff: 0,1714 g (b = 775 mm, t = 13°) — 16,5 ccm = 0,01979 g = **11,55 % N.**

Eiweiß: 11,55 · 6,41 = **74,02 % Eiweiß.**

Fett: 1,4193 g — 0,0458 g = **3,23 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1643 g — 0,2708 g CO_2 = 44,95 % C,
0,1643 g — 0,0908 g H_2O = 6,18 % H.

C für Eiweiß und Fett (39,62 + 2,48), H (5,23 + 0,39). Rest für Kohlehydrate 2,85 % C und 0,56 % H. C : H = 5,1 : 1. Zu 2,85 % C gehören 3,20 % O und 0,39 % H, zusammen **6,44 % Kohlehydrate.**

Asche: 1,4193 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0252 g = 1,78 %,
2. HCl-löslich 0,1301 g = 9,19 %,
3. Unlöslich 0,0588 g = 4,14 %,

Gesamtasche **15,11** %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0048 g = 0,34 %,
CaO 0,0751 g = 5,31 %.

P_2O_5: α) 0,0066 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0012 g P_2O_5,
β) 0,0286 g „ — 0,0182 g „

0,0224 g = 1,59 % P_2O_5.

Cl: 1,2172 g zu 100 ccm. 25 ccm — 0,8 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, das ist 0,01134 g = **0,91 % Cl.**

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen ($\frac{100}{95,86}$ Faktor):

12,05 % N — 77,22 % Eiweiß,
3,37 % Fett,
6,72 % Kohlehydrate,
(0,35 % Fe_2O_3, 5,54 % CaO, 1,66 % P_2O_5) — 11,98 % Asche,

99,29 % Summa.

9. Helix pomatia.

Sechs Exemplare (noch nicht eingekapselt), 3,5 cm längs der Columella, wurden am 28. August 1912 in Projensdorf bei Kiel gesammelt. Die Gesamttiere wogen lebend 109,5 g, die Weichkörper wurden wie bei Limnaea herauspräpariert und wogen frisch 87,1 g, getrocknet 13,57 g, also 84,42 % Wasser und 15,58 % Trockensubstanz. Die Gehäuse wogen trocken 22,4 g.

Die Gesamttiere (+ Gehäuse) wogen trocken 35,97 g. Also 32,85 % Trockensubstanz und 67,15 % Wasser im frischen Tier.

Gehäuse. Schale: Weichkörper (getrocknet) = 1,65 : 1. Die qualitativ-anorganische Analyse ergab Ca und CO_2, sowie eine Spur SiO_2 (unwägbar).

$CaCO_3$: a) 0,3536 g verascht, mit $(NH_4)_2CO_3$ eingedampft, schwach geglüht — 0,3476 g = 98,30 % $CaCO_3$.

b) 0,3536 g — 0,1948 g = 55,10 % CaO, dazu 0,1527 g CO_2, zusammen 0,3475 g = 98,30 % $CaCO_3$.

Weichkörper.

Stickstoff: 0,1094 g (b = 775 mm, t = 13°) — 7,5 ccm = 0,008996 g = **8,22 % N.**

Eiweiß: 8,223 · 6,41 = **52,71 % Eiweiß.**

Fett: 1,0621 g — 0,0439 g = **4,13 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1413 g — 0,2186 g CO_2 = 42,20 % C,
0,1413 g — 0,0800 g H_2O = 6,33 % H.

C für Eiweiß und Fett (28,22 + 3,17), H (3,72 + 0,50). Rest für Kohlehydrate 10,81 % C und 2,11 % H. Zu 10,81 % C gehören 12,14 % O und 1,49 % H, zusammen **24,44 % Kohlehydrate.**

Asche: 1,4290 g verascht:

1. Wasserlöslich	0,0168 g	= 1,18 %,
2. HCl-löslich	0,2128 g	= 14,89 %,
3. Unlöslich	0,0031 g	= 0,22 %,
	Gesamtasche	**16,29 %.**

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0020 g = 0,14 %,
CaO 0,1198 g = 8,38 %.

P_2O_5: α) 0,0028 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0018 g P_2O_5,
β) 0,0368 g „ — 0,0235 g „
0,0253 g = 1,77 % P_2O_5.

Cl: 1,6394 zu 100 ccm. 40 ccm — 1,3 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, 0,01152 g = **0,70 % Cl.**

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen ($\frac{100}{99,78}$ = Faktor):

8,24 % N — 52,83 % Eiweiß,
4,14 % Fett,
24,49 % Kohlehydrate,
(0,14 % Fe_2O_3, 8,40 % CaO, 1,77 % P_2O_5) — 16,11 % Asche,
97.57 % Summa.

10. Hippasterias phrygiana.

Ein Exemplar mit 20 cm Durchmesser eines um die Armspitzen gelegten Kreises wurde am 8. September 1912 in der Nordsee (57° 30' N. B., 1° 31' Ö. L.) mit großer Kurre gefangen (Forschungsdampfer Poseidon) und kurze Zeit in Alkohol (95 %) konserviert. Lebendgewicht 403 g, Trockengewicht 103,5 g. 74,32 % Wasser und 25,68 % Trockengewicht.

(Das Material von Nephrops, Hippasterias, Echinus und Spatangus habe ich den freundlichen Bemühungen Herrn Dr. Rabens zu verdanken.)

Stickstoff: 0,4124 g (b = 776 mm, t = 8°) — 2,43 ccm = 0,02983 g = **7,23 % N.**

Eiweiß: 7,23 · 6,41 = **46,37 % Eiweiß.**

Fett: 1,0408 g — 0,0514 g = **4,94 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1834 g — 0,1902 g CO_2 = 28,28 % C,
0,1834 g — 0,0583 g H_2O = 3,56 % H.
C für Eiweiß und Fett (24,82 + 3,79 = 28,61), H (3,27 + 0,60 = 3,87). Es können hier keine Kohlehydrate verrechnet werden.

Asche: 1,0408 g verascht:
1. Wasserlöslich 0,0680 g = 6,53 %,
2. HCl-löslich 0,4628 g = 44,47 %,
3. Unlöslich 0,0031 g = 0,33 %,
Gesamtasche 51,33 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0048 g = 0,46 %,
CaO 0,2350 g = 22,58 %.
P_2O_5: α) 0,0062 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0040 g P_2O_5,
β) 0,0066 g „ = 0,0042 g „
0,0082 g = 0,79 % P_2O_5.

CO_2: 0,4786 g — 0,0862 g = **18,01 % CO_2.**

Seesalz: 0,6978 g zu 200 ccm. 20 ccm — 0,8 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. 0,02836 g = 4,06 % Cl.

$4{,}06 \cdot \frac{100}{55{,}37}$ = **5,34 % Seesalz.**

Auf SiO_2 + seesalzfreie Trockensubstanz bezogen $\frac{100}{94{,}33}$ Faktor):

7,66 % N — 49,16 % Eiweiß,
5,24 % Fett,
(0,49 % Fe_2O_3, 23,91 % CaO, 0,84 % P_2O_5) — 48,40 % Asche,
102,80 % Summa.

Verdauungsversuch: Von 1,5618 g — 0,7672 g = 49,12 % unverdaulich,
50,88 % verdaulich.

11. Spatangus purpureus.

Drei Exemplare mit einem größten Schalendurchmesser von 6,3; 6,5; 7,5 cm wurden am 8. September 1912 mit großer Kurre in der Nordsee an demselben Ort wie Hippasterias gefangen

und kurze Zeit in Alkohol konserviert. Sie wogen frisch 261 g, getrocknet 117,4158 g. Demnach 55,01 % Wasser und 44,99 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,7181 g (b = 777 mm, t = 12°) — 2,7 ccm = 0,00326 g = **0,45 % N.**

Eiweiß: 0,45 · 6,41 = **2,91 % Eiweiß.**

Fett: 3,4580 g — 0,0180 g = **0,52 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,6450 g — 0,0686 g CO_2 = 2,90 % C,
0,6450 g — 0,0242 g H_2O = 0,42 % H.

C für Eiweiß und Fett (1,56 + 0,40), H (0,21 + 0,06). Rest für Kohlehydrate 0,94 % C und 0,15 % H. C : H = 6,27 : 1. Zu 0,94 % C gehören 1,06 % O und 0,13 % H, zusammen **2,13 % Kohlehydrate.**

Asche: 3,4580 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,1250 g = 3,62 %,
2. HCl-löslich 0,8706 g = 25,18 %,
3. Unlöslich 2,2246 g = 64,33 %,

Gesamtasche 93,13 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0125 g = 0,36 %,
CaO 0,4452 g = 12,88 %.
P_2O_5: α) 0,0174 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0111 g P_2O_5,
β) unwägbar = —

0,0111 g = 0,32 % P_2O_5.

CO_2: 0,5642 g — 0,0568 g = **10,07 % CO_2.**

Seesalz: 2,7452 g zu 110 ccm. 25 ccm — 3,5 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. 0,0546 g = 1,99 % Cl.

$1{,}99 \cdot \frac{100}{55{,}37}$ = **3,59 % Seesalz.**

Auf reduzierte Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{32{,}08}$):

1,40 % N — 9,07 % Eiweiß,
1,62 % Fett,
6,64 % Kohlehydrate,
(1,12 % Fe_2O_3, 40,15 % CaO, 1,00 % P_2O_5) 78,58 % Asche,

95,91 % Summa.

Verdauungsversuch: Von 4,6062 g — 4,1916 g = 91 % unverdaut,
9 % verdaut.

12. Echinus esculentus var. depressus.

Drei Exemplare wurden auf derselben Stelle der Nordsee wie Hippasterias am 8. September 1912 mit großer Kurre gefangen und kurze Zeit in Alkohol konserviert. Der größte Durchmesser der Tiere betrug 6; 5,1; 4,3 cm. Sie wogen frisch 168 g, getrocknet 44,4616 g, demnach 73,53 % Wasser und 26,47 % Trockensubstanz.

Stickstoff: a) 0,3000 g (b = 777 mm, t = 11°) — 2,9 ccm = 0,003519 g = 1,17 % N,
b) 0,3914 g (b = 777 mm, t = 9°) — 3,6 ccm = 0,00441 g = 1,13 % N.
Also durchschnittlich **1,15 % N.**

Eiweiß: 1,15 · 6,41 = **7,37 %** Eiweiß.

Fett: 2,1972 g — 0,0132 g = **0,60 %** Fett.

Kohlehydrate: 0,3038 g — 0,0800 g CO_2 = 7,18 % C,
0,3038 g — 0,0042 g H_2O = 1,55 % H.
C für Eiweiß und Fett (3,95 + 0,46) = 4,41 %, H (0,52 + 0,07) = 0,59 %. Rest für Kohlehydrate 2,77 % C und 0,96 % H. Zu 2,77 % C gehören 3,11 % O und 0,38 % H, zusammen **6,26 %** Kohlehydrate.

Asche: 2,1972 g verascht:
1. Wasserlöslich 0,1680 g = 7,65 %,
2. HCl-löslich 1,6120 g = 73,36 %,
3. Unlöslich 0,0944 g = 4,30 %,
Gesamtasche **85,31 %.**

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0044 g = 0,20 %,
CaO 0,8284 g = 37,72 %.
P_2O_5: α) 0,0062 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0040 g P_2O_5,
β) 0,0060 g „ — 0,0038 g „
0,0078 g = 0,36 % P_2O_5.

CO_2: 0,4640 g — 0,1368 g = **29,48 %** CO_2.

Seesalz: 2,4210 g zu 100 ccm. 10 ccm — 2,9 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, 0,1028 g = 4,25 % Cl.
$4{,}25 \cdot \frac{100}{55{,}37}$ = **7,67 %** Seesalz.

Auf reduzierte Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{88{,}03}$):

1,33 % N	8,37 % Eiweiß,
	7,11 % Kohlehydrate,
	0,68 % Fett,
(0,23 % Fe_2O_3, 42,85 % CaO, 0,41 % P_2O_5)	83,31 % Asche,
	99,47 % Summa.

Verdauungsversuch: 2,6198 g — 2,1098 g = 80,53 % unverdaut, **19,47 % verdaut.**

13. Hirudo medicinalis.

Acht Exemplare, 5 cm lang im kontrahierten Zustande, wurden am 8. Juli 1912 aus der Hofapotheke zu Kiel besorgt. Die Tiere wurden in Chloroform getötet und mit anhaftendem Schleim gewogen, frisch 19,1001 g, getrocknet 2,3944 g. Demnach 87,47 % Wasser und 12,53 % Trockensubstanz. Eine Untersuchung ergab wenig oder keinen Darminhalt.

Stickstoff: 0,1590 g (b = 774 mm, t = 14°) — 16,5 ccm = 0,01968 g = **12,38 % N.**

Chitin: 0,7166 g — 0,0475 g = **6,63 %** Chitin.

Eiweiß: 0,40 % N ab für Chitin, bleibt 11,98 % N für Eiweiß. $11{,}98 \cdot 6{,}41 = 76{,}79$ % Eiweiß.

Fett: 0,7506 g — 0,0447 g = **5,96 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1385 g — 0,2526 g CO_2 = 49,74 % C,
0,1385 g — 0,0892 g H_2O = 7,20 % H.

C für Eiweiß, Chitin und Fett (41,11 + 3,07 + 4,57 = 48,75), H (5,55 + 0,43 + 0,72 = 6,70). Rest für Kohlehydrate 0,99 % C und 0,50 % H. Zu 0,99 % C gehören 1,11 % O und 0,14 % H, zusammen **2,24 % Kohlehydrate.**

Asche: 0,7506 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0073 g = 0,97 %,
2. H Cl-löslich 0,0274 g = 3,65 %,
3. Unlöslich unwägbar

Gesamtasche 4,62 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0022 g = 0,29 %,
CaO 0,0044 g = 0,59 %,
P_2O_5: α) 0,0030 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0019 g P_2O_5,
β) 0,0122 g „ = 0,0078 g „

0,0097 g = 1,29 % P_2O_5.

Cl. 0,4476 g zu 100 ccm. 25 ccm — 0,3 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, 0,001254 g = **0,95 % Cl.**

Zusammenstellung:

12,38 % N	76,79 % Eiweiß,
	6,63 % Chitin,
	5,96 % Fett,
	2,24 % Kohlehydrate,
(0,29 % Fe_2O_3, 0,59 % CaO, 1,29 % P_2O_5)	4,62 % Asche,
	96.24 % Summa.

14. Herpobdella atomaria.

222 Exemplare, kontrahiert 1,2 cm lang, wurden am 25. Juli 1912 in der Eider bei Kiel gefangen und wie Hirudo medicinalis behandelt. Sie wogen frisch 11,1012 g, getrocknet 1,5222 g, also 86,29 % Wasser und 13,71 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,1106 g (b = 775 mm, t = 15°) — 11,4 ccm = 0,013546 g = **12,25 % N.**

Chitin: 0,6191 g — 0,0360 g = **5,81 % Chitin.**

Eiweiß: 0,41 % N ab für Chitin, Rest 11,84 % N, $11{,}84 \cdot 6{,}41 = 75{,}90$ % Eiweiß.

Fett: 0,5566 g — 0,0478 g = **8,59 % Fett.**

Kohlehydrate: 0,1716 g — 0,3131 g CO_2 = 49,81 % C,
0,1716 g — 0,1116 g H_2O = 7,28 % H.

C für Eiweiß, Chitin und Fett (40,63 + 2,69 + 6,59) = 49,91 %, H (5,36 + 0,37 + 1,04) = 6,77 %. Es können in diesem Falle keine Kohlehydrate verrechnet werden.

Asche: 0,5566 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0032 g = 0,58 %,
2. H Cl-löslich 0,0336 g = 6,04 %,
3. Unlöslich 0,0132 g = 2,37 %,

Gesamtasche **8,99** %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0024 g = 0,43 %,
CaO 0,0035 g = 0,63 %.
P_2O_5: α) 0,0033 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0021 g P_2O_5,
β) 0,0102 g „ — 0,0065 g „

0,0086 g = **1,55** % P_2O_5.

Auf SiO_2 freie Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{97,63}$):

12,55 % N — 77,74 % Eiweiß,
5,95 % Chitin,
8,79 % Fett,
(0,44 % Fe_2O_3, 0,65 % CaO, 1,59 % P_2O_5) 6,78 % Asche,

99,26 % Summa.

15. Bothriocephalus punctatus.

Die Tiere wurden am 6. Juli 1912 aus dem Darm von 4 Exemplaren von Rhombus maximus (Kieler Fischhalle) herauspräpariert und in Ostseewasser reingespült. Sie wogen frisch 21,37 g, getrocknet 3,27 g. Demnach 84,70 % Wasser, 15,30 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,1678 g (b = 777 mm, t = 14°) — 13 ccm = 0,1557 g = **9,28** % **N.**

Eiweiß: 9,28 · 6,41 = **59,47** % **Eiweiß.**

Fett: 1,0075 g — 0,1222 g = **12,13** % **Fett.**

Kohlehydrate: 0,1080 g — 0,1950 g CO_2 = 49,25 % C,
0,1080 g — 0,0680 g H_2O = 7,04 % H.

C für Eiweiß und Fett (31,83 + 9,30 = 41,13), H (4,20 + 1,47 = 5,67). Rest für Kohlehydrate 8,12 % C und 1,37 % H. C : H = 5,93 : 1. Zu 8,12 % C gehören 9,12 % O und 1,12 % H, zusammen **18,36** % **Kohlehydrate.**

Asche: 1,0075 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,0162 g = 1,61 %,
2. H Cl-löslich 0,0742 g = 7,37 %,
3. Unlöslich unwägbar = —

Gesamtasche **8,98** %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0068 g = 0,67 %,
CaO 0,0171 g = **1,70** %.
P_2O_5: α) 0,0094 g $Mg_2P_2O_7$ — 0,0060 g P_2O_5,
β) 0,0463 g „ — 0,0295 g „

0,0355 g = **3,52** % P_2O_5.

Seesalz: 0,3602 g zu 100 ccm, 50 ccm — 0,5 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$, 0,003545 g = 0,98 % Cl.

$$0{,}98 \cdot \frac{100}{55{,}37} = \mathbf{1{,}78}\ \%\ \text{Seesalz.}$$

Auf seesalzfreie Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{98{,}22}$):

9,45 % N — 60,55 % Eiweiß,
12,35 % Fett,
18,69 % Kohlehydrate,
0,68 % Fe_2O_3, 1,73 % CaO, 3,58 % P_2O_5) — 7,33 % Asche,
98,92 % Summa.

Verdauungsversuch: 0,4266 g — 0,0700 g = 16,41 % unverdaut, **83,59 % verdaut.**

16. Ascaris lumbricoides.

158 Exemplare von 17 bis 33 cm Länge wurden am 17. Juni 1912 vom städtischen Viehhof zu Bremen besorgt. Die Würmer stammten aus dem Darm von Schweinen. Sie wurden mit Leitungswasser gereinigt und äußerlich getrocknet. Sie wogen frisch 366 g, getrocknet 75,78 g. 79,30 % Wasser und 20,70 % Trockensubstanz.

Stickstoff: 0,1172 g (b = 777 mm, t = 13°) — 8,3 ccm = 0,00998 g = **8,52 % N.**

Eiweiß: 8,52 · 6,41 = **54,59 % Eiweiß.**

Fett: 0,8876 g — 0,0636 g = **7,17 % Fett.**

Kohlehydrate: a) 0,1658 g — 0,3020 g CO_2 = 49,68 % C,
0,1658 g — 0,1130 g H_2O = 7,62 % H,
b) 0,1710 g — 0,3099 g CO_2 = 49,43 % C,
0,1710 g — 0,1150 g H_2O = 7,52 % H.

Zur Verrechnung kommen der höchste C-Wert = 49,68 % C und der niedrigste H-Wert = 7,52 % H. Abzuziehen C für Eiweiß und Fett (29,22 + 5,50), H (3,85 + 0,87). Rest für Kohlehydrate 14,96 % C und 2,80 % H. C : H = 5,34 : 1. Zu 14,96 % C gehören 16,80 % O und 2,07 % H, zusammen **33,83 % Kohlehydrate.**

Asche: 1,2352 g verascht:
1. Wasserlöslich 0,0119 g = 0,96 %,
2. HCl-löslich 0,0440 g = 3,56 %,
3. Unlöslich unwägbar = —
Gesamtasche 4,52 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0019 g = 0,15 %,
CaO 0,0025 g = 0,20 %.
P_2O_5: α) 0,0027 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0017 g P_2O_5,
β) 0,0287 g „ = 0,0183 g „
0,0200 g = 1,60 % P_2O_5.

Cl: 0,8930 g zu 100 ccm. 50 ccm — 0,6 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. 0,004254 g = **0,48 % Cl.**

Zusammenfassung:

8,52 % N	51,59 % Eiweiß,
	7,17 % Fett,
	33,83 % Kohlehydrate,
(0,15 % Fe_2O_3, 0,20 % CaO, 1,60 % P_2O_5)	4,52 % Asche,
	100,11 % Summa.

Verdauungsversuch: 1,1931 g — 0,0776 g = 6,50 % unverdaut, **93,50 % verdaut.**

17. Aurelia aurita.

Zehn Exemplare mit einem Scheibendurchmesser von 15 bis 20 cm wurden am 8. Juli 1912 bei Laboe gefangen mittels eines Haarsiebes, das außen anhaftende Wasser ließ man abtropfen. Lebendgewicht 1420 g. Die Tiere wurden in einer großen Platinschale auf dem Wasserbade eingedampft, der Rückstand in eine kleinere Platinschale quantitativ übertragen und bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Trockengewicht 25,2223 g. Demnach 98,22 % Wasser, 1,78 % Trockensubstanz.

Seesalz: 0,9556 g Substanz zu 100 ccm aufgefüllt. 10 ccm — 11,5 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. 100 ccm — 115 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$ — 0,4077 g = 42,66 % Cl, das ist $\frac{42{,}66 \cdot 100}{55{,}37}$ = **77,05 % Seesalz** in der Trockensubstanz. Der Rest, 22,95 %, ist organische Substanz.

18. Herbst-Plankton der Kieler Bucht, vorwiegend Ceratium.

Die Fänge hat Herr Dr. Raben am 4. Oktober 1912 in der Ostsee (Station I, Position 54° 30′ N. B., 10° 22′ Ö. L.) mittels Hensens großen Planktonnetzes ausgeführt. Die gelotete Tiefe betrug 21 m, das Netz wurde zwölf mal 14 — 0 m aufgezogen, es sollte so möglichst vermieden werden, daß Sand in den Fang hineinkam. Die Fänge wurden durch ein Hensenfilter filtriert, das Filtrat in Alkohol konserviert. Das Volumen der konservierten Masse betrug 1258 ccm, davon wurden 27,45 ccm zur Zählung verwendet. Das Verdrängungsvolumen des zur Analyse verwendeten Teils (1230,55 ccm) betrug 38,8 ccm, des Teils für die Zählung 0,8 ccm. Das Setzvolumen des ersteren war 61,0 ccm, des letzteren 1,1 ccm. Die zur Analyse verwendete Masse ergab 3,8012 g Trockensubstanz.

Die Zählung, welche in liebenswürdiger Weise von Herrn Dr. Müller, Assistent am Meereslaboratorium, ausgeführt wurde, ergab folgende Resultate:

Es enthielten:	27,45 ccm (für Zählung)	1230,55 ccm (für Analyse)
Peridineen gesamt	880250	39463000
		(880250 × 44,83)
davon: Ceratium tripos balt.	851000	38152000
„ longipes	3000	134490
„ macroceras	3500	156910
„ fusus	8250	369850
„ furca	3250	145700
„ bucephalum	1500	67247

Dinophysis acuta	1000	44830
Peridinieen depr.	8750	392270
Diatomeen	7250	325030
davon: Coscinodiscus sp.	6875	308210
Rhizosolenia styl.	125	5604
Thaloss. nitzsch.	250	11208
Schizophyceen	3250	145700
davon: Aphanizomenon	625	28020
Nodularia spum.	2625	117680
Silicoflagellaten (Distephanus sp.)	500	22415
Tintinnen	5000	224150
davon: Tint. sub.	4750	212940
„ aceum.	250	11208
Larven (Wurm- 1, Muschel- 3)	4	179
Bryozoenlarven (Cyphonantes)	7	313
Copepodeneier	10000	448300
(davon 5250 in Säcken)		
Jugendzustände v. Copepoden	37250	1670000
davon: Nauplien	22500	1008600
Copepoditen	14750	661260
Copepoden (erwachsen)	625	28020
davon: Oithona	225	10086
Pseudocalamus	25	1121
Paracalamus	200	8966
Acartia long.	150	6724
Pemora longic.	25	1121
Cladoceren (Podon 2, Ewadne 2)	4	179
Tunicaten (Oicopleura)	56	2510
Sagitten (klein 25, mittelgroß 14)	39	1748

Prozentual der Zahl nach (nicht der Trockensubstanz) sind vertreten:

93,28 % Peridineen,
0,77 % Diatomeen,
0,34 % Schizophyceen,
0,53 % Tintinnen,
1,06 % Copepodeneier,
3,95 % Copepoden, Jugendzustände,
0,07 % Copepoden (erwachsen),

100.00 %.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

Stickstoff: 0,1526 g (b = 776 mm, t = 9°) — 6,0 ccm = 0,007335 g = **4,81 % N.**

Eiweiß: 4,806 . 6,41 = **30,81 %** Eiweiß.

Fett: 0,6564 g — 0,0180 g = **2,74** % **Fett.**

Cellulose: 0,7050 g — 0,1562 g = **22,16** % **Cellulose.**

Kohlehydrate: 0,1782 g — 0,2384 g CO_2 = 36,48 % C,
0,1782 g — 0,0083 g H_2O = 5,21 % H.

Ab C für Eiweiß und Fett (16,49 + 2,10), H (2,18 + 0,33). Rest für Kohlehydrate 17,89 % C und 2,70 % H. C : H = 6,63 : 1. Zu 17,89 % C gehören 20,09 % O und 2,47 % H, zusammen 40,45 % Kohlehydrate. Ziehe ich davon 22,16 % Cellulose ab, so erhalte ich **18,29** % **lösliche Kohlehydrate.**

Asche: 0,6564 g verascht:

1. Wasserlöslich 0,1152 g = 17,55 %,
2. HCl-löslich 0,0391 g = 5,96 %,
3. Unlöslich 0,0195 g = 2,97 %,

Gesamtasche 26,48 %.

Aschenbestandteile: Fe_2O_3 0,0125 g = 1,91 %,
CaO 0,0067 g = 1,02 %.
P_2O_5: α) 0,0062 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0040 g P_2O_5,
β) 0,0083 g „ = 0,0053 g „
0,0093 g = **1,42** % P_2O_5.

Seesalz: 0,3250 g zu 100 ccm. 10 ccm — 0,9 ccm $^1/_{10}$ $AgNO_3$. 0,0319 g = 9,82 % Cl.

$9{,}82 \cdot \frac{100}{55{,}37}$ = **17,73** % **Seesalz.**

Auf seesalzfreie Trockensubstanz bezogen (Faktor $\frac{100}{82{,}27}$):

5,85 % N	37,45 % Eiweiß,
	3,33 % Fett,
	26,91 % Cellulose,
	22,23 % Kohlehydrate,
(2,32 % Fe_2O_3, 1,24 % CaO, 1,73 % P_2O_5)	10,88 % Asche,
	100,83 % **Summa.**

Kieselsäure wurde hier wegen der Diatomeen nicht abgezogen im Gegensatz zu den anderen Organismen, in denen SiO_2 nur als zufällige Beimengung anzusehen ist.

Verdauungsversuch: Von 0,5400 g Substanz 0,1556 g = 28,82 % unverdaut, **71,18** % **verdaut.**

4a) Tabelle der untersuchten Tiere nach Fang, Zahl, Größe etc.

	Zahl	Zeit und Ort des Fangs	Durchschnittliche Größe in cm	Lebendgewicht in g	Trockengewicht in g	Wassergehalt in %	Trockensubstanz des Einzeltieres in g
1. Nephrops . . .	2	18. Nov. 12. nördl. Kattegat	15	128	34,32	73,19	17,16
2. Asellus aquaticus	552	5. Juli 12. Teich bei Kiel	0,6—1,4	22,88	4,37	80,90	0,0079
3. Oniscus	1207	9. Okt. 12. Bremen	0,7—1,5	79,00	24,004	69,61	0,0198
4. Gammarus pulex	317	18. Mai 12. Eider bei Kiel	1,2—1,5	6,95	1,85	73,91	0,0058
5. Daphnia . . .	136654	19. Juni 12. Teich bei Bremen	circa 2000 μ	—	4,29	—	0,000031
				Schale und Weichkörper / Weichkörper	Schale und Weichkörper / Weichkörper	Schale und Weichkörper / Weichkörper	Schale und Weichkörper / Weichkörper
6. Anodonta . . .	4	13. Juli 12. Schulensee b. Kiel	10 Längsdurchmesser 5 Querdurchmesser	336,2 / 258,5	90,26 / 12,56	73,15 / 87,0	22,57 / 3,14
7. Limnaea . . .	30	17. Juli 12. Altheikendorf	4,5 Spitze—Ohrgrund	163,5 / 139,3	37,26 / 13,06	77,21 / 90,63	1,24 / 0,43
8. Planorbis . . .	30	22. Juli 12. Moorteichwiese Kiel	2,25 Durchmesser	58,30 / 43,1	20,25 / 5,05	65,27 / 88,28	0,68 / 0,17
9. Helix	6	28. Aug. 12. Projensdorf b. Kiel	3,5 Spitze—Ohrgrund	109,5 / 87,1	35,97 / 13,57	67,15 / 84,42	6,0 / 2,26
10. Hippasterias . .	1	8. Sept. 12. Nordsee	20 Durchmesser des Kreises um Armspitzen	403	103,5	74,32	103,5
11. Spatangus . . .	3	„ „	6,7 größter Durchm.	261	117,42	55,01	39,14
12. Echinus . . .	3	„ „	5,1 „ „	168	44,46	73,53	14,82
13. Hirudo medic. .	8	10. Juli 12. Apotheke Kiel	5 (kontrahiert)	19,10	2,39	87,47	0,30
14. Herpobdella . .	222	25. Juli 12. Eider bei Kiel	1,2 „	11,10	1,52	86,29	0,0069
15. Bothriocephalus p.	aus 4 Rhombus maximus	6. Juli 12. Fischhalle Kiel	—	21,37	3,27	84,70	—
16. Ascaris	158	17. Juni 12. Viehhof Bremen	17—33	366	75,78	79,30	0,48
17. Aurelia	10	8. Juli 12. Ostsee bei Laboe	15—20 Scheibendurchmesser	1420	25,22	98,22	2,52
18. Herbst-Plankton, vorwiegend Ceratium	—	4. Okt. 12. Ostsee Kieler Bucht	—	—	3,80	—	

4b) Tabelle der Analysenresultate in Prozent des Trockengewichts.

		N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohasche	Seesalz (od. Cl.)		Fe_2O_3	Ca O	P_2O_5	SiO_2	Verdaubar
	1. Nephrops . . .	8,01	6,53	48,84	2,51	2,98	37,86	5,58		0,56	15,98	1,55	0,56	52,03
	2. Asellus aquaticus	7,86	5,08	48,41	1,11	2,84	41,86	0,31		1,15	18,97	2,28	3,87	—
	3. Oniscus	6,72	7,82	10,06	6,24	4,09	39,08	0,99	Cl.	0,54	18,05	2,89	2,70	—
	4. Gammarus pulex .	8,11	7,93	48,91	6,44	12,53	23,68	1,05		0,45	15,64	2,45	0	—
	5. Daphnia	8,04	10,12	47,50	5,61	7,53	27,03	0,10		3,22	8,71	6,78	5,99	50,07
Weichkörper	6. Anodonta . . .	6,78	—	43,46	3,97	33,51	15,98	0,35		0,74	5,89	5,87	0,29	61,24
	7. Limnaea . . .	10,46		67,03	5,33	13,70	12,18	1,03	Cl.	0,48	3,42	2,23	1,17	79,40
	8. Planorbis . .	11,55		74,02	3,23	6,44	15,11	0,91		0,34	5,31	1,59	1,14	—
	9. Helix	8,22	—	52,71	4,13	24,44	16,29	0,70		0,14	8,38	1,77	0,22	—
	10. Hippasterias . .	7,23	—	46,37	4,94	0	51,33	5,34		0,46	22,58	0,79	0,33	50,88
	11. Spatangus . . .	0,45	—	2,91	0,52	2,13	93,13	3,59		0,36	12,88	0,32	64,33	9,00
	12. Echinus	1,15	—	7,37	0,60	6,26	85,31	7,67		0,20	37,72	0,36	4,30	19,47
	13. Hirudo med. . .	12,38	6,63	76,79	5,96	2,24	4,62	0,95	Cl.	0,29	0,59	1,29	0	—
	14. Herpobdella . .	12,25	5,81	75,90	8,59	0	8,99	—		0,43	0,63	1,55	2,37	—
	15. Bothriocephalus .	9,28		59,17	12,13	18,36	8,98	1,78		0,67	1,70	3,52	0	83,59
	16. Ascaris	8,52	—	54,59	7,17	33,83	4,52	0,48	Cl.	0,15	0,20	1,60	0	93,50
	17. Aurelia		—	—	—	—	—	77,05		–	—	—	—	—
	18. Herbst-Plankton, vorwiegend Ceratium	4,81	—	30,81	2,74	22,16 Cellulose + 18,29 lösl. Kohlehydrate	26,48	17,73		1,91	1,02	1,42	2,97	71,48

4c) Tabelle der Analysenresultate in Prozent der seesalz- und kieselsäurefreien Trockensubstanz.

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Asche	Fe_2O_3	Ca O	P_2O_5
1. Nephrops . . .	8,53	6,96	52,04	2,67	3,18	33,79	0,60	17,03	1,65
2. Asellus aquaticus	7,86	5,28	50,36	1,16	2,96	39,52	1,20	19,73	2,37
3. Oniscus	6,91	8,04	41,17	6,41	4,20	37,39	0,56	18,55	2,97
4. Gammarus pulex .	8,11	7,93	48,91	6,44	12,53	23,68	0,45	15,64	2,45
5. Daphnia	8,55	11,08	50,53	6,00	8,01	22,38	3,43	9,27	7,21

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Asche	Fe_2O_3	CaO	P_2O_5
					(Die Zahlen in Klammern sind Glykogen)				
nur Weichkörper: 6. Anodonta	6,80	—	43,59	3,98	33,61 (12,75)	15,74	0,74	5,90	5,89
nur Weichkörper: 7. Limnaea	10,58	—	67,82	5,39	13,86 (10,75)	11,14	0,48	3,46	2,29
nur Weichkörper: 8. Planorbis	12,05	—	77,22	3,37	6,72 (6,25)	11,98	0,35	5,54	1,66
nur Weichkörper: 9. Helix	8,24	—	52,83	4,14	24,49 (13,36)	16,11	0,14	8,40	1,77
10. Hippasterias	7,66	—	49,16	5,24	0	48,40	0,49	23,94	0,84
11. Echinus	1,33	—	8,37	0,68	7,11	83,31	0,23	42,85	0,41
12. Spatangus	1,40	—	9,07	1,62	6,64	78,58	1,12	40,15	1,00
13. Hirudo med.	12,38	6,63	76,79	5,96	2,24 (2,33)	4,62	0,29	0,59	1,29
14. Herpobdella	12,55	5,95	77,47	8,79	0	6,78	0,44	0,65	1,59
15. Bothriocephalus	9,45	—	60,55	12,35	18,69 (17,42)	7,33	0,68	1,73	3,58
16. Ascaris	8,52	—	54,59	7,17	33,83 (29,46)	4,52	0,15	0,20	1,60
17. Aurelia	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. Plankton, vorwiegend Ceratium	5,85	—	37,45	3,33	26,94 Cellulose + 22,23 lösl. Kohlehydrate	10,88	2,32	1,24	1,73

4d) Tabelle der Molluskenanalysen auf Trockengewicht der Gesamttiere (Schale und Weichkörper) bezogen (in Prozent).

	Rohasche		Organische Substanz	Eiweiß und Conchiolin		Fett	Kohlehydrate
Anodonta	81,79	2,22 / 79,57	18,21	12,57	6,05 / 6,52	0,55	4,72
Limnaea	67,07	4,27 / 62,80	32,93	25,63	23,52 / 2,11	1,87	4,81
Planorbis	77,01	3,78 / 73,23	22,99	20,30	18,46 / 1,84	0,81	1,61
Helix	67,35	6,15 / 61,20	32,65	20,95	19,89 / 1,06	1,56	9,22

Erläuterung: In der Rubrik Rohasche bedeuten die oberen Zahlen hinter der Klammer die im Weichkörper enthaltene Asche, die unteren Werte beziehen sich auf den Aschengehalt der Gehäuse und Schalen. In der Rubrik Eiweiß + Conchiolin geben die oberen Zahlen hinter der Klammer den Gehalt an Eiweiß, die unteren den Gehalt an Conchiolin an.

4e) Analysen der Molluskenschalen.

	Asche	Ca O	$CaCO_3$	Fe	SiO_2	Verhältnis von Schale : Weichkörper (trocken)
Anodonta	92,42	51,78	92,37	Spur	—	6,19 : 1
Limnaea	96,75	54,22	96,73	—	—	1,85 : 1
Planorbis	97,59	54,66	97,55	—	—	3,01 : 1
Helix	98,30	55,10	98,30	—	Spur	1,65 : 1

4f) Tabelle der Analysenresultate in Prozent des Lebendgewichts.

		Chitin	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohasche	Seesalz (Cl.)	Fe_2O_3	Ca O	P_2O_5	SiO_2
	1. Nephrops	1,75	13,09	0,67	0,80	10,15	1,50	0,15	4,28	0,42	0,15
	2. Asellus aquaticus	0,97	9,25	0,21	0,54	8,00	0,06 } Cl.	0,22	3,62	0,44	0,74
	3. Oniscus	2,38	12,16	1,90	1,24	11,88	0,30 } Cl.	0,16	5,49	0,88	0,82
	4. Gammarus pulex	2,07	12,76	1,68	3,27	6,18	0,27 } Cl.	0,12	4,08	0,64	fehlt
	5. Daphnia	·		—							—
Weichkörper	6. Anodonta	—	5,65	0,52	4,36	2,08	0,05 } Cl.	0,10	0,77	0,76	0,04
Weichkörper	7. Limnaea	-	6,28	0,50	1,28	1,14	0,10 } Cl.	0,05	0,32	0,21	0,11
Weichkörper	8. Planorbis		8,68	0,38	0,76	1,77	0,11 } Cl.	0,04	0,62	0,19	0,49
Weichkörper	9. Helix	—	8,21	0,64	3,81	2,54	0,11 } Cl.	0,02	1,31	0,28	0,03
	10. Hippasterias	—	11,91	1,27	0	13,18	1,37	0,12	5,80	0,16	0,09
	11. Spatangus	—	1,31	0,23	0,96	45,94	1,62	0,16	5,80	0,14	28,94
	12. Echinus	—	1,95	0,16	1,66	22,58	2,03	0,05	9,98	0,09	1,14
	13. Hirudo med.	0,83	9,62	0,75	0,28	0,58	0,12 Cl.	0,04	0,07	0,16	0
	14. Herpobdella	0,80	10,41	1,18	0	1,23	—	0,06	0,09	0,21	0,33
	15. Bothriocephalus	—	9,10	1,86	2,81	1,37	0,27	0,10	0,26	0,54	0
	16. Ascaris	—	11,30	1,48	7,00	0,94	0,10 Cl.	0,03	0,04	0,33	0
	17. Aurelia	—	—	—	—	—	1,37				
	18. Plankton vorwiegend Ceratium	—	—	—						—	

5. Über Glykogen.

Als Bestimmungsmethode für Glykogen wurde die Fränkelsche gewählt. Nach den Erfahrungen vieler Physiologen ist sie die sicherste und beste. („Milroy, Seasonal Variations in the Quantity of Glykogen present in Samples of Oysters", veröffentlicht in „Department of Agriculture and Technical Instruction for Ireland".) Auch ich habe mit dieser Methode völlig aschefreies Glykogen erhalten. Es wurde die betreffende Substanz (frisch oder getrocknet) längere Zeit mit 4 % Trichloressigsäure extrahiert, das Glykogen mit dem 2½fachen Volumen 95 %igen Alkohols gefällt, auf ein gewogenes, gehärtetes Filter gebracht, zuerst mit 4 % Trichloressigsäure + 2½ Volumen Alkohol gewaschen, dann mit Alkohol und schließlich mit Äther. Ein gehärtetes Filter ist notwendig, um ein klares Filtrat zu erhalten. Getrocknet wurde mehrere Stunden bei 100° im Trockenschrank und einige Tage im Exsiccator über konzentrierter Schwefelsäure.

Die Resultate sind bezogen auf kieselsäure- und bei Bothriocephalus auch auf seesalzfreie Trockensubstanz.

1. Anodonta: 93,4 g frische Substanz = 12,10 g SiO_2 freie Trockensubstanz ergab 1,5422 g = **12,75** % Glykogen.
2. Limnaea: 1,0080 g — 0,1084 g = **10,75** % Glykogen.
3. Planorbis: 0,5508 g — 0,0344 g = **6,25** % Glykogen.
4. Helix: 1,7854 g — 0,2386 g = **13,36** % Glykogen.
5. Hirudo med.: 0,3172 g — 0,0074 g = **2,33** % Glykogen.
6. Bothriocephalus p.: 1,1042 g — 0,1924 g = **17,42** % Glykogen.
7. Ascaris l.: 1,4192 g — 0,4181 g = **29,46** % Glykogen.

Glykogen als Reservestoff ist in seiner Menge abhängig von dem Alters- und Ernährungszustand des betreffenden Tieres, auch von der jeweiligen Jahreszeit. Deshalb können Untersuchungen über Glykogen und seine Bedeutung für den Stoffwechsel im Tierkörper nur dann wirklich fruchtbringend sein, wenn sie systematisch im Zusammenhang mit den verändernden Faktoren betrieben werden. Man müßte zum Beispiel ein günstiges Objekt zu verschiedenen Jahreszeiten, in verschiedenen Alters- und Ernährungszuständen auf Glykogen untersuchen. Das gehörte aber nicht in den Rahmen dieser Arbeit, und verweise ich auf die Arbeit von Delff und die von P. P. C. Hoek „Rapport over de oorzaken van den achternitgang in hoedanigheid van de zeenwsche oester. 1902". Delff hat in bezug auf Glykogen Mytilus und Hoek die Auster näher untersucht. In der vorliegenden Arbeit interessierte besonders, wieviel der gefundenen Gesamtkohlehydrate als Glykogen anzusprechen sind.

Bei Anodonta	sind 37,94 %	der	gefundenen	Kohlehydrate	Glykogen,
„ Limnaea	„ 77,56 %	„	„	„	„
„ Planorbis	„ 93,01 %	„	„	„	„
„ Helix	„ 54,55 %	„	„	„	„
„ Hirudo med.	„ 100,00 %	„	„	„	„
„ Bothriocephalus	„ 93,21 %	„	„	„	„
„ Ascaris	„ 87,08 %	„	„	„	„

In der Literatur finde ich wenig über den Glykogengehalt der hier untersuchten Mollusken. Meist beziehen sich die Untersuchungen auf den Gehalt bestimmter Organe, besonders der Leber, an Glykogen. Eine Untersuchung des Gehalts des Gesamttieres von Helix pomatia an Glykogen liegt vor von Yung (in O. v. Fürth, vergl. chem. Phys. usw.), er fand 0,5 % im frischen Weichkörper, das wäre auf Trockensubstanz bezogen (84,42 % H_2O gerechnet) 3,21 %. Man sieht auch hier wieder, wie variabel die Glykogenmenge ist. Der so außerordentliche hohe Glykogengehalt von 13,36 % der von mir untersuchten Helix ist vielleicht aus der Jahreszeit zu erklären, die Tiere waren nämlich Ende August gerade im Begriff, sich für den Winter einzukapseln, und ist da eine große Menge an Reservestoff zu erwarten.

Mehr Untersuchungen liegen über den Glykogengehalt von Eingeweidewürmern vor, besonders Ascaris l. und Taenia. In O. v. Fürth, „Vergleichende chemische Physiologie niederer Tiere", finde ich:

Ascaris l. über 2 % Glykogen in frischer Substanz (Analyse von Foster)
„ 4,2—7,1 % „ „ „ „ „ „ Weinland)
„ 20—34 % „ „ Trockensubstanz „ „ „

Das stimmt gut zu meinem Resultat von 29,46 %. Der hohe Anteil des Glykogens an der Trockensubstanz erklärt sich aus der physiologischen Bedeutung dieses Stoffes bei Eingeweidewürmern, nämlich durch Spaltungsprozesse, die für das Leben nötige Energiemenge zu produzieren, welche gewöhnlich durch Verbrennung mittels Sauerstoffs erzielt wird. Weinland („Über Kohlehydratzersetzung ohne Sauerstoffaufnahme bei Ascaris, ein fierischer Gärungsvorgang", Zeitschrift für Biologie 42, 1901) schreibt: „Während für gewöhnlich beim Tiere oxydative und nichtoxydative Zersetzungen vereinigt sind, ist hier ein bedeutend einfacherer Fall verwirklicht. Der oxydative Abschnitt an der Stoffzersetzung fehlt vollständig und nur der ohne Verbrennung, ohne Sauerstoffzufuhr ist vorhanden." Entsprechend dieser lebensnotwendigen Rolle des Glykogens bei Tieren in sauerstofffreiem Medium fand E. Weinland („Über den Glykogengehalt einiger parasitischer Würmer", Zeitschrift für Biologie 41, 1901) bei Taenia expansa (Schaf) 1,5 bis 4,7 % Glykogen des frischen Tieres und 15 bis 47 % auf Trockensubstanz bezogen. Ich fand bei Bothriocephalus punctatus 17,42 %, ebenfalls ein recht hoher Prozentsatz. O. v. Fürth (vgl. chem. Phys. usw.) führt an, daß Foster und Frédéric das Glykogen bei Eingeweidewürmern im Gegensatz zu dem bei Wirbeltieren relativ stabil gefunden haben, und daß es innerhalb der Gewebe schwer der Verzuckerung anheim fällt. Er macht hierauf aufmerksam, da ja Eingeweidewürmer in Medien leben, die reich an diastatischen Fermenten sind, welche leicht das Glykogen zersetzen könnten. Weinland fand in seiner obigen Arbeit noch in der spezifischen Drehung einen Unterschied gegen das Wirbeltierglykogen:

$[\alpha]_D$ (Ascaris) + 187 — 189°,
„ (Wirbeltiere) 196,63° Mittelwert.

Auch bei anderen Würmern ist Glykogen gefunden worden, so durch Bernard beim Regenwurm und durch G. Schwalbe in der Marksubstanz der Muskelfasern beim Blutegel. (O. v. Fürth, vgl. chem. Phys. usw.) Ich fand bei Hirudo med. 2,40 % in der Trockensubstanz. Das Vorhandensein eines Reservestoffs ist bei Egeln, die oft monatelang ohne Nahrungszufuhr

leben müssen, nicht verwunderlich. Dazu kommt noch, daß der Blutegel unter ähnlichen biologischen Verhältnissen wie die Eingeweidewürmer lebt, nämlich ohne Sauerstoffzufuhr, weil er oft lange Zeit unter der Oberfläche des Schlammes lebt. („G. Bunge, Über das Sauerstoffbedürfnis der Schlammbewohner", Zeitschrift für physiologische Chemie 12, 1888).

6. Über die Cuticula bei Ascaris lumbricoides.

Über die chemische Beschaffenheit der Gerüstsubstanzen bei wirbellosen Tieren ist im allgemeinen wenig bekannt. Wohl nur das Chitin und Conchiolin ist näher untersucht worden. Über die Gerüstsubstanzen der Medusen, Spongien, Echinodermen und Würmer liegen entweder nur spärliche oder keine Beobachtungen vor. Von den Würmern sind es nur die für diesen Zweck günstigen Wohnröhren gewisser Röhrenwürmer, sowie die Echinokokkenhüllen, worüber analytische Angaben vorliegen. Über Ascaris fand ich nur in einer Arbeit von A. Reichard „Über Cuticular- und Gerüstsubstanzen wirbelloser Tiere", Heidelberger Dissertation 1902, qualitative Untersuchungen, die hier, weil sie meinen Analysen zugrunde liegen, zitiert werden mögen:

„In kochendem Wasser ist sowohl frisches als auch altes Alkoholmaterial der Cuticula unlöslich. Erhitzt man jedoch mit Wasser ein zugeschmolzenes Röhrchen ½ Stunde auf etwa 140°, so geht bis auf die äußerste Rindenschicht alles in Lösung. Die Lösung ist vollkommen klar und kann durch Eindampfen nicht zum Gelatinieren gebracht werden. Mit Millons Reagens gibt sie einen feinflockigen, weißen Niederschlag, dessen Flöckchen sich zum Teil röten, zum Teil weiß bleiben. Die Xanthoproteinreaktion sowie die Biuretreaktion sind mit der wässerigen Lösung gut erkennbar. Die in überhitztem Wasser unlösliche Rindenschicht zeigt deutlich Millons- und Xanthoproteinreaktion, während die Biuretreaktion nicht gelingt. In 1% Kalilauge ist die zurückgebliebene Rindenschicht leicht löslich, ein Verhalten, das sie vor dem Erhitzen in Wasser nicht zeigte. In verdünnten Alkalien und Mineralsäuren löst sich die Cuticula bei 40° innerhalb weniger Stunden bis auf die Rindenschicht. In konzentrierter Kalilauge tritt bei Erwärmung rasch Lösung ein, nur die Rindenschicht löst sich langsamer. Konzentrierte Salzsäure löst bei Zimmertemperatur in einigen Stunden, die Rindenschicht wird jedoch erst nach einigen Tagen vollkommen in Lösung gebracht. Mit Pepsinsalzsäure oder alkalischer Trypsinlösung der künstlichen Verdauung bei 40° unterworfen, tritt in beiden Fällen Lösung bis auf die Rindenschicht ein. Letztere zeigt nach gründlichem Auswaschen stets noch Millons- und Xanthoproteinreaktion. Schmilzt man die Rindenschicht mit Kaliumhydroxyd, so ergibt die Schmelze starke Heparreaktion. Reduktionsproben an Lösungen der Cuticula in konzentrierter Schwefelsäure, die auf 10% (zirka) verdünnt, mehrere Stunden gekocht und dann mit $BaCO_3$ neutralisiert worden waren, fielen stets negativ aus. Es handelt sich demnach um einen Eiweißkörper."

Die Cuticularsubstanz, die ich für meine Analysen verwendete, gewann ich so, wie es Reichard angibt. Die Würmer wurden in verdünntem Alkohol getötet und einen Tag in Wasser gelegt. Hierdurch löste sich die Cuticula von der Epidermis ab und man konnte sie leicht

herunterziehen. Zur weiteren Reinigung wurden sie dann noch in Kochsalzlösung und in destilliertem Wasser gewaschen. Es gab so durchsichtige, opalisierende Häute.

18 Exemplare (20 bis 25 cm lang), frisch 55 g, getrocknet 11,39 g, lieferten 0,8379 g Cuticula getrocknet. Die Cuticula macht demnach 7,36 % der Trockensubstanz des Wurms aus.

Die Cuticula unterwarf ich der künstlichen Verdauung mit alkalischer Trypsinlösung 16 Tage lang bei 36°, um so das quantitative Verhältnis von Rindenschicht zu der Gesamtcuticula festzustellen; ich erhielt: von 0,6692 g Trockensubstanz 0,0238 g = 3,56 % unverdaut, also Rindenschicht. Diese dünne Haut scheint wegen ihres besonderen Verhaltens gegen Chemikalien, besonders wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Verdauungssäfte, eine wichtige Rolle für das Leben im Darm von Wirtstieren zu spielen.

Analysen der Gesamtcuticula.

Stickstoff: a) 0,0702 g (b = 776,5 mm, t = 9°) — 10,2 ccm = 0,01248 g = 17,78 % N,
b) 0,0642 g (b = 776 mm, t = 9°) — 9,4 ccm = 0,01149 g = 17,90 % N.
Durchschnittswert **17,84 % N.**

Elementaranalyse: a) 0,0511 g — 0,1030 g CO_2 = 54,97 % C,
0,0511 g — 0,0336 g H_2O = 7,36 % H,
b) 0,0946 g — 0,1880 g CO_2 = 54,20 % C,
0,0946 g — 0,0591 g H_2O = 7,02 % H.
Der höchste C-Wert: **54,97** % C,
Der niedrigste H-Wert: **7,02** % H.

Schwefel: Die Substanz wurde in einem Platintiegel mit einer Lösung von Salpeter + Soda eingedampft und getrocknet, darauf geglüht, bis alle Kohle verbrannt war. Die Lösung war so hergestellt, daß auf 1 g Substanz 6 g Soda und 1 g Salpeter kam. Gefällt wurde dann siedendheiß mit $BaCl_2$, nachdem die Schmelze in verdünnter Salzsäure gelöst war.

0,7408 g Substanz ergab 0,0626 g $BaSO_4$ = 0,0086 g = **1,16 % S.**

Asche: 0,1352 g wurde verascht und lieferte 0,0022 g = **1,63 % Asche.**

Die gefundenen Werte von C, H, S und N mit der Durchschnittszusammensetzung der Eiweißstoffe (C: 50—55 %, H: 6,5—7,3 %, N: 15—18 %, O: 20—23,5 %, S: 0,3—2,2 % nach Hoppe-Seyler, angegeben in Physiologische Chemie von Dr. med. A. Legahn) verglichen, fallen auf durch einen relativ hohen Gehalt an Stickstoff und Kohlenstoff. Die gefundenen Werte auf aschefreie Trockensubstanz bezogen, sind:

18,14 % N	7,14 % H
55,88 „ C	1,18 „ S

7. Allgemeine und vergleichende Betrachtungen.

Es sollen hier die einzelnen Tiergruppen in ihrer chemischen Zusammensetzung besprochen werden. Bei der Erläuterung der einzelnen Analysen werden die in der Literatur vorhandenen Angaben mit erörtert werden.

1. Crustaceen.

Zuerst will ich hier die Analysen von Delff anführen, denen dieselbe Methode zugrunde liegt wie meinen Untersuchungen.

Die Werte sind auf seesalz- und kieselsäurefreie Trockensubstanz bezogen:

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Asche	Fe_2O_3	CaO	P_2O_5	Wassergehalt des frischen Tieres
1. Carcinus	6,38	8,29	37,75	2,56	6,92	41,91	1,03	20,09	2,89	71,80
2. Crangon	11,38	5,78	70,63	3,83	0	19,71	0,40	9,38	2,47	75,78
3. Mysis	11,86	5,62	73,91	3,34	2,67	13,55	0,50	5,73	2,09	—
4. Gammarus locusta	9,71	8,20	59,10	8,48	0,68	21,69	0,39	11,08	1,94	83,46
5. Glyptonotus . .	7,59	14,35	43,11	3,41	7,30	27,87	0,86	13,77	1,84	80,33
6. Anomalocera . .	11,55	5,61	71,88	5,73	6,61	6,61	0,30	2,07	2,35	—

Dann sind noch in König „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel" angegeben: Hummer (Weichkörper) 78,80 % Eiweiß, 10,13 % Fett, 0,16 % Kohlehydrate, 9,41 % Asche. Cancer (Weichkörper) 78,87 % Eiweiß, 7,69 % Fett, 3,75 % Kohlehydrate, 9,60 % Asche.

Ferner Sempolowsky (Landwirtschaftliche Versuchsstation 89) Cancer pagurus: 5,13 % N, 32,06 % Eiweiß, 8,00 % Fett, 44,01 % Rohasche, 3,11 % P_2O_5, 1,37 % K_2O, 14,08 % CaO. Das frische Tier: 62,61 % Wasser. Es ist hier keine Chitinbestimmung gemacht worden und alles N auf Eiweiß verrechnet worden, der Wert für Eiweiß also wertlos.

Dann aus Brandt (Beiträge zur chemischen Zusammensetzung des Planktons): Copepoden Süßwasser): 58,68 % Eiweiß, 4,51 % Chitin, 6,01 % Fett, 17,61 % Kohlehydrate, 9,21 % Asche.

Aus K. Knauthe „Das Süßwasser":

Copepoden (aus guten Teichen)	52 %	Eiweiß,	12—14 %	Fett.
„ „ (aus Olsa)	61 „	„	6—6,8 „	„
Daphnien (Dorfteich)	58 „	„	13 „	„
„ „ (aus mager. Weiher)	66 „	„	8 „	„
„ „ (Olsa)	69 „	„	5,7 „	„

In O. v. Fürth „Vergleichende chem. Physiol. usw." ist eine Analyse von Bezold über Oniscus murarius angegeben; danach besteht diese Landassel zu 68,147 % aus Wasser, 21,234 % ist organische Substanz, 10,619 % anorganische Substanz. Dies stimmt gut zu den von mir gefundenen Werten, ich fand bei Oniscus murarius 69,61 % Wasser, 17,68 % organische Substanz und 11,88 % Asche.

Um eine bessere Übersicht und Vergleichung zu ermöglichen, habe ich am Ende der Arbeit eine Tabelle beigefügt, in der die chemische Zusammensetzung wirbelloser Tiere, soweit diese untersucht ist, graphisch dargestellt ist.

Betrachtet man die Gruppe der Crustaceen als Ganzes, besonders im Vergleich zu anderen Tiergruppen, so ist hervorzuheben der für alle Arthropoden charakteristische Chitingehalt, der durch den Panzer bedingte hohe Aschengehalt, bestehend aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, sowie das Fehlen der Kohlehydrate. (Die gefundenen Kohlehydrate sind fast alle auf Nahrung im Darm zurückzuführen.) Außerdem ist noch der Wassergehalt von 70 bis 80 % hervorzuheben, besonders den Mollusken (Weichkörper) und Würmern gegenüber, die durchschnittlich einen Wassergehalt über 80 % besitzen. Das chemische Charakteristikum für Crustaceen wäre demnach: Hoher Aschengehalt, besonders $CaCO_3$ und $Ca_3(PO_4)_2$, die organische Substanz zum größten Teil bestehend aus Eiweiß, der Rest ist Chitin und Fett, Kohlehydrate sehr gering, Wasser 70 bis 80 %.

Betrachtet man nun die einzelnen Repräsentanten dieser Gruppe, so bemerkt man doch relativ große Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung. Daphnia und Copepoden fallen als freischwimmende kleine Formen durch relativ geringen Aschengehalt auf, und im Verhältnis zur Asche hohen Chitingehalt. Asche zu Chitin verhält sich ungefähr wie 2 zu 1. Bei den anderen Crustaceen, die mehr den Bodenformen angehören, ist der Totalpanzer (Asche + Chitin) bedeutender, doch tritt das Chitin der Asche gegenüber zurück. Das Verhältnis von Asche zu Chitin ist hier größer als 2. Der Grund für diesen Unterschied liegt darin, daß bei Bodenformen bedeutend mehr $CaCO_3$ und $Ca_3(PO_4)_2$ in den Panzer eingelagert ist. Um zu bestimmen, woran das in den Panzern der Crustaceen niedergeschlagene Calcium gebunden ist, habe ich noch Kohlensäurebestimmungen gemacht. Bevor ich diese Analysen angebe, will ich die vorliegende Literatur über die chemische Zusammensetzung der Crustaceenpanzer zitieren:

Aus Schlossberger, Chemie der Gewebe:

Panzer von	Hummer	Hummer	Flußkrebs	Pagurus	Pagurus	Squilla mantis
$CaCO_3$	40,00	49,26	60,00	62,80	68,50	19,50
$Ca_3(PO_4)_2$	14,00	3,22	12,00	6,00	14,68	17,66
Organische Materie .	28,00	44,76	28,00	28,60	16,50	62,84
analysiert von . . .	Guillot	Chevreul	Mérat Guillot	Chevreul	Gockel	C. Schmidt

Aus O. v. Fürth, Vergleichende chemische Physiologie niederer Tiere:

Panzer von Carcinus maenas (Analyse v. Chevreul): 62,8 % $CaCO_3$, 6,0 % $Ca_3(PO_4)_2$, 1,0 % phosphorsaures Mg., 28,6 % organische Substanz + H_2O.

Panzer von	$CaCO_3$	$Ca_3(PO_4)_2$	Organische Substanz + H_2O	Analysiert von
Astacus	68,815	14,685	16,50	Göbel
„	46,73	7,09	46,73	C. Schmidt } Aus Analysen umgerechnet
Homarus	67,76	9,25	22,99	„ } Aus Analysen umgerechnet
Lepas	96,1	0,7	3,2	„ } Aus Analysen umgerechnet
Homarus	49,0	6,7	44,3	Frémy
Palinurus	56,8	6,7	36,5	„
Astacus	48,5	6,1	45,4	Kelly

Man sieht, der kohlensaure Kalk überwiegt bei weitem den phosphorsauren. Der Anteil der organischen Substanz (Chitin) am Panzer wechselt sehr.

Ich habe nun Kohlensäurebestimmungen gemacht von:

1. Nephrops 0,5328 g Substanz gaben 0,0572 g = 10,74 % CO_2,
2. Asellus aqu. 0,9386 g „ „ 0,1016 g = 10,82 % CO_2,
3. Daphnia 0,6078 g „ „ 0,0056 g = 0,92 % CO_2.

Nimmt man an, daß die bei den Gesamtanalysen gefundenen Mengen CaO allein aus dem Panzer stammen, und ebenso die gefundenen Mengen CO_2, so kann man berechnen, wieviel Ca im Panzer an CO_2 gebunden ist, der Rest wäre dann als phosphorsaurer Kalk anzusprechen. Zwar darf man nicht vergessen, daß sicher etwas Ca nicht zum Panzer gehört, sondern zu den Körpersalzen, ebenso CO_2. (Im Blute der Crustaceen findet sich gelöster kohlensaurer Kalk. O. v. Fürth Vergl. chem. Phys. usw.) Doch werden diese Mengen relativ so gering sein, daß sie in dieser Rechnung keine Fehler von Bedeutung ausmachen.

1. Nephrops: 15,98 % CaO, 10,74 % CO_2, das heißt 13,70 % CaO an CO_2 gebunden, der Rest 2,28 % an Phosphorsäure.
2. Asellus aqu.: 18,97 % CaO, 10,82 % CO_2, das heißt 13,80 % CaO an CO_2 gebunden, 5,17 % CaO an Phosphorsäure gebunden.
3. Daphnia: 8,71 % CaO, 0,92 % CO_2, das heißt 1,17 % CaO an CO_2 gebunden, 7,54 % CaO an Phosphorsäure gebunden.

Es ist also mit Ausnahme von Daphnia der kohlensaure Kalk bedeutend im Überschuß. Das Resultat bei Daphnia zeigt das umgekehrte Verhältnis, was auch gut mit dem gefundenen, überraschend hohen Gehalt an P_2O_5 = 5,99 % übereinstimmt.

Delff weist darauf hin, daß der Eiweißgehalt bei beweglichen Crustaceen im allgemeinen größer sei als bei trägen Tieren, weil erstere eine gut entwickelte Schwimmuskulatur haben müssen, dafür aber auf Reservematerial verzichten. Ich kann das aus meinen Analysen nicht kontrollieren, da die von mir gewählten Repräsentanten ungefähr alle den gleichen Eiweißgehalt aufweisen. Doch glaube ich, daß die Analysen von Knauthe zeigen, vorsichtig mit solchen Betrachtungen zu sein, denn wenn Tiere unter verschiedenen Ernährungsbedingungen

so in ihrem Eiweißgehalt schwanken können, wird es recht schwer sein, hieraus allgemeine Schlußfolgerungen zu ziehen. Meine Analyse von Daphnia weicht wiederum überraschend von Knauthes ab, dieser fand bei Daphnien aus verschiedenen Wässern 69 bis 58 % Eiweiß, ich fand bei Tieren aus einem Waldteich 47,5 %. Ebenso fand ich im Vergleich zu Knauthe niedrigen Fettgehalt. Was das Fett bei Crustaceen anbetrifft, so schwanken die Werte sehr. Eine Korrelation zwischen hohem Fettgehalt und trägen Tieren, niedrigem Fettgehalt und freischwimmenden Formen ist bei meinen Analysen nicht festzustellen, die freischwimmende Daphnia hat sogar höheren Gehalt als Nephrops. Die Kohlehydrate sind wohl meist auf Nahrung im Darm zurückzuführen, denn wenn auch Glykogen bei Crustaceen besonders zur Zeit der Häutung nachgewiesen ist (O. v. Fürth, vgl. chem. Phys. usw.), so wird man doch nie so große Mengen, wie bei den Analysen als Kohlehydrate verrechnet sind, als Glykogen auffassen. Vergleicht man die Tiere näherer Verwandtschaft untereinander, so wird man ungefähr dieselbe chemische Zusammensetzung erwarten dürfen, sofern die Lebensbedingungen nicht zu verschieden sind. So zum Beispiel Gammarus pulex und locusta, und anderseits die Asseln Glyptonotus, Asellus aquaticus, Oniscus murarius. Man darf zwar nicht auf die variablen Bestandteile Eiweiß und Fett sehen, sondern muß mehr den Aschengehalt und die organische Substanz als Ganzes in Betracht ziehen. Der geringe Aschengehalt bei Glyptonotus im Vergleich zu Asellus und Oniscus ist aus der Größe des Tieres zu erklären.

Was die Aschenbestandteile anbetrifft, so ist über die Bedeutung von Ca und P_2O_5 schon gesprochen worden, es handelt sich noch um die lösliche Asche und das Eisen. Allgemein ist zu sagen, daß man nicht annehmen darf, daß die angegebene lösliche Asche alle im lebenden Organismus löslichen Salze darstelle. Denn schon beim Verkohlen der Substanz gehen viele der sonst im Tiere löslichen Salze in unlöslich basische oder Oxyde über (so kohlensaure, phosphorsaure Salze, organische Fe- und Ca-Verbindungen). Bei den Meerestieren ist das gesamte Seesalz abgezogen, weil schwer festzustellen ist, wieviel Salz fremder Herkunft ist und wieviel dem Tiere angehört. Bei Süßwassertieren ist zu beachten, daß es leicht möglich ist, daß mechanisch festgehaltenes eisenreiches Wasser, welches vielleicht auch noch phosphorsaure Salze enthält, das Resultat fälschen kann. Dazu kommt noch, daß die lösliche Asche bei verschiedenen Organismen zu verschieden ist, um daraus allgemeine Folgerungen ziehen zu können. Dasselbe ist der Fall mit dem Chlorgehalt, er schwankt bei den Süßwasser- und Landrepräsentanten von 0,10 % (Daphnia) bis 1,05 % (Gammarus pulex).

Was den Eisengehalt der Organismen anbetrifft, so finde ich bei R. Schneider „Über Eisen-Resorption in tierischen Organen und Geweben“ (Aus den Abhandlungen der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften, Berlin 1888) folgende Zusammenfassung seiner Untersuchungen:

Die Eisen-Resorption findet in überwiegender Weise statt:

1. bei Wasserbewohnern (mit Rückbildung bei Metamorphosen in Landbewohner),
2. bei subterranen Organismen.

Unter Landbewohnern:

3. bei Humusbewohnern (Lumbricus, Oniscus).

Unter subterranen Wasserbewohnern:

1. bei in eisenreichen Wässern lebenden (Gebirgswässer usw.),
5. bei gewissen Detritusbewohnern (z. B. im Winter, bei Chlorophyllmangel).

Ebenfalls bei R. Schneider (Verbreitung und Bedeutung des Eisens im animalischen Körper, 64. Verh. der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, Halle 1891) ist zu lesen: „Nach den bisherigen Erfahrungen gehören immer eher die Wasser-, als die Landbewohner zu den siderophilen Organismen. Von den marinen Organismen gehören die pelagischen zu den siderophoben, die litoralen zu den siderophilen."

Vergleicht man hiermit den Eisengehalt der von Delff und mir untersuchten Cruster, so werden im allgemeinen Schneiders Angaben bestätigt. Die halb unterirdische Lebensweise von Oniscus murarius setzt dieses Landtier in seinem Eisengehalt neben die Wasserbewohner. Unter letzteren fallen besonders Asellus aquaticus und Daphnia durch hohen Eisengehalt auf, ihr Fundort (Teiche mit starkem Belag von verwestem Laub usw.) erklären diesen hohen Prozentsatz. Unter den Meerestieren zeichnen sich die am Boden lebenden Tiere, so Carcinus und Nephrops, durch höheren Eisengehalt den freischwimmenden Formen Crangon, Mysis und Anomalocera gegenüber aus. Die Süßwassertiere weisen einen höheren Eisengehalt als die Meerestiere gleicher Verwandtschaft auf, so steht Gammarus pulex über Gammarus locusta, Asellus aquaticus über Glyptonotus. Nach R. Schneider (Über Eisen-Resorption in tierischen Organen und Geweben) kann das Eisen auch als Schutz-, Kitt- und Bindemittel dienen, so ist das Eisen in Eihüllen, Eiern, Kokons von Cyclopen, Daphniden, Oligochäten als eine Art Schutzdecke aufzufassen. In einem populären Aufsatze „Das Eisen im Pflanzen- und Tierkörper nach den neuesten Forschungen", 1889, schreibt Schneider: „Auch die schützenden Hautdecken vieler, besonders im Wasser lebenden Tiere, wie z. B. der Libellenlarven, vieler kleineren Krebse usw. haben oft vollkommene Eisenüberzüge." Die angegebenen Analysen von Panzern der Crustaceen weisen kein Eisen auf, doch ist die Bedeutung des Eisens als Schutz- und Bindemittel vielleicht bei Daphnia mit dem von mir gefundenen, außerordentlich hohen Eisengehalt von 3,43 % in Betracht zu ziehen.

Was die Nahrung der Krebse anbetrifft, so findet man in Lampert „Das Süßwasser", daß abgestorbene tierische Organismen oder kleine lebende Tiere, gelegentlich auch totes pflanzliches Material, die Nahrung für Gammarus pulex und Asellus bilden. In König „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel" wird angegeben, daß Asellus aquaticus in Wasserleitungen zu finden ist, auch Pfahlwerke anfrißt und zerstört. Meine Analysen zeigen Gammarus durch seinen hohen Gehalt an Kohlehydraten als Fresser von pflanzlichen Stoffen, ebenso Daphnia. Vielleicht liegt hier auch ein Grund für die großen Unterschiede meiner Analyse von Daphnia gegen die von Knauthe, doch könnte selbst ein völliges Fehlen der Kohlehydrate die Werte für Eiweiß und Fett nicht so erhöhen, daß eine Übereinstimmung möglich wäre. Es müssen hier wohl verschiedene Lebensbedingungen angenommen werden.

Die meisten Vertreter der Mollusken zeichnen sich den Crustaceen gegenüber aus durch einen noch stärkeren Panzer, so daß dieser immer den größeren Teil der Trockensubstanz

ausmacht. Das Verhältnis von Schale zu Weichkörper ist bei dem Einzeltier noch abhängig von der Größe, dem Alter des Tieres, wie es Delff nachgewiesen hat. P. P. C. Hoek (Rapport over de oorzaken . . .) gibt an, daß Austern von 58 g nach einem Jahr ein Gewicht von 70, nach zwei Jahren ein solches von 80 g haben, ohne daß das Gewicht des Weichkörpers wesentlich zugenommen hat. Doch hat der zur Verfügung stehende Kalkvorrat ebenfalls einen Einfluß auf die Stärke der Gehäuse. Dünne, durchsichtige Schalen sind Zeichen eines kalkarmen Mediums, feste schwere Gehäuse deuten auf Kalkreichtum (O. v. Fürth vergl. chem. Phys. usw.). Was die chemische Zusammensetzung der Schalen anbetrifft, so bin ich mit Delff der Ansicht, daß diese allein aus $CaCO_3$ und Conchiolin bestehen und die gefundenen Mengen P_2O_5, MgO und anderer Alkalien von Verunreinigung oder nicht genügender Reinigung von anhaftenden Resten des Weichkörpers herrühren.

In O. v. Fürth (vergl. chem. Phys. usw.) ist angegeben: Anodonta 98 % $CaCO_3$, 0,5 % $Ca_3(PO_4)_2$, 1,5 % organische Substanz (analysiert von C. Schmidt). Ich fand 92,42 % $CaCO_3$, sowie eine Spur Eisen. Das ist viel weniger $CaCO_3$, leider ist nicht die Größe der Tiere bei der Analyse von Schmidt angegeben, so daß nicht zu sagen ist, ob man die Größenverhältnisse als Grund für diese Differenz annehmen darf. Die geringe unwägbare Menge Eisen, die ich fand, kann eine Verunreinigung sein, oder vielleicht zurückzuführen sein auf eine Angabe R. Schneiders (Verbreitung und Bedeutung des Eisens im animalischen Organismus). Er sagt, daß sich bei den Süßwassermuscheln auffallend große Eisenmengen im Schalensaume, dem elastischen Verschluß der beiden Schalenklappen, befinden. In Krukenberg (vergl. Physiologie der tierischen Gerüstsubstanzen) findet sich eine Analyse von Schloßberger über Anodonta mit 89,0 % $CaCO_3$, dieser Wert stimmt ganz gut zu meinem Befund von 92,37 % $CaCO_3$.

Über Helix pomatia sind in O. v. Fürth (vergl. chem. Phys. usw.) folgende Gehäuseanalysen angegeben:

Helix pom. 95,2 % $CaCO_3$, 0,9 % $Ca_3(PO_4)_2$, 3,9 % org. Substanz (C. Schmidt),
„ „ 98,5 % $CaCO_3$, — 1,5 % „ „ (Joy),
„ „ 98,5 % $CaCO_3$, 0,5 % $Ca_3(PO_4)_2$, — (Gobby),
„ „ 96,07 % $CaCO_3$, 0,85 % $Ca_3(PO_4)_2$ + phosphors. Mg., 0,98 % $MgCO_3$, 1,15 % kiesels. Tonerde, 0,95 % org. Substanz (B. Wicke).

Meine Analyse mit 98,30 % $CaCO_3$ stimmt gut dazu, ob die Spur SiO_2, die ich gefunden habe, ein normaler Bestandteil ist, ist wohl nicht anzunehmen, sondern eher als Verunreinigung aufzufassen. Ich fand, entgegen den angeführten Analysen, keinen phosphorsauren Kalk und Magnesia. Es ist möglich, daß die außer $CaCO_3$ gefundenen Mengen von Mg und SiO_2 auf Verunreinigungen zurückzuführen sind, die Phosphorsäure kann auch aus Resten des Weichkörpers stammen, die im Gehäuse beim Herausziehen zurückgeblieben sind, besonders aus phosphorsäurehaltigen Nucleinen der Muskelinsertionsstellen, wie es Delff annimmt.

Molluskenanalysen liegen vor in erster Linie von Delff:

Werte auf Schale + Weichkörper bezogen (getrocknet.)

	Rohasche	Organische Substanz	Eiweiß + Conchiolin	Fett	Kohlehydrate	Seesalz
Mytilus (Oktober)	89,35	10,65	8,18 { 3,84 / 4,34	0,39	1,86	2,11
Mytilus (Dezember)	74,83	25,17	17,12 { 9,95 / 7,17	2,01	5,56	1,08
Mya	87,35	12,65	10,37 { 8,78 / 1,59	0,48	1,34	1,85
Litorina	90,27	9,73	7,29 { 4,20 / 3,09	0,57	1,62	0,37

Werte auf kieselsäure- und seesalzfreie Trockensubstanz bezogen (allein Weichkörper).

	N	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Asche	Fe_2O_3	CaO	P_2O_5		Verdaubar
Mytilus (Januar)	8,66	55,53	8,49	27,31	6,19	—	—	—		—
Mytilus (April)	10,09	64,68	16,88	11,27 (8,19)	2,81	0,28	0,85	1,47		71,47
Mytilus (Juli)	8,20	52,59	8,40	31,87 (27,89)	4,60	—	—	1,20		—
Mytilus (Oktober)	9,26	59,22	6,06	28,67	5,30	0,37	2,09	1,49		68,95
Mytilus (Dezember)	8,16	52,31	10,57	29,25 (24,82)	5,28	—	—	—		—
Mya	11,79	75,56	4,16	11,56	8,56	1,75	1,79	2,59		—
Litorina	9,02	57,84	7,81	22,25 (6,00)	8,58	0,30	3,65	1,35		72,39

Die Zahlen in Klammern bedeuten Glykogen, die Werte für Glykogen und Verdaubarkeit sind nur auf seesalzfreie Trockensubstanz bezogen.

In König „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel" sind Molluskenanalysen von W. O. Altwater angeführt, die von Delff auf Trockensubstanz und Eiweiß nach Playfair umgerechnet sind (die Kohlehydrate sind dabei als Differenz von 100 bestimmt).

Weichkörper von	N	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohasche	Wasser
Ostrea	7,48	47,95	9,06	27,00	15,99	87,30
Pecten	11,99	76,87	0,86	15,26	7,01	80,32
Mya	9,00	57,71	7,45	16,07	18,77	85,56
Mytilus	8,78	56,25	7,07	24,45	12,23	84,16

Außerdem eine Analyse von Sempołowsky (Landwirtschaftliche Versuchsstation 89): Ostrea (Weichkörper) 8,27 % N, 51,68 % Eiweiß, 9,92 % Fett, 10,90 % Rohasche, 1,91 % P_2O_5, 1,51 % K_2O, 0,58 % CaO. Das frische Tier enthielt 80,89 % Wasser.

Für die Mollusken mit starken Gehäusen ist der hohe Aschengehalt charakteristisch; bei meinen Analysen sind es Limnaea und Helix, bei denen die organische Substanz ungefähr ein Drittel des ganzen Tieres ausmacht, sonst ist sie noch geringer, bei Litorina sogar nur ein Fünftel. Die Weichkörper allein mit den Crustaceen als Ganztiere verglichen, fallen auf durch höheren Wassergehalt (80 bis 90 %). In ihrem Eiweißgehalt (auf Trockensubstanz bezogen) stehen sie ungefähr den Crustaceen gleich, können diese sogar übertreffen (Planorbis mit 77,12 % Eiweiß). Ebenso ist es mit der Fettmenge, wenn sie im allgemeinen auch etwas geringer ist. Auffallend sind die hohen Kohlehydratmengen, die bei Anodonta und Helix $^1/_3$ und $^1/_4$ der ganzen Trockensubstanz ausmachen. Ein großer Teil davon ist als Glykogen anzusprechen, der Rest muß als aufgenommene Nahrung angesehen werden. Bei Planorbis und Limnaea sind bis auf 0,5 bis 3 % die Kohlehydrate Glykogen. Der Aschengehalt ist auch ohne Gehäuse relativ hoch. Besonders tritt dies bei Helix mit einem CaO-Gehalt von 8,40 % hervor. Die Tiere standen zur Zeit des Fangs kurz vor der Ausscheidung des Gehäusedeckels, um dann zu überwintern. So ist anzunehmen, daß kohlensaurer Kalk und Kalkeiweißverbindungen in größeren Mengen in den Körpersäften gelöst waren. Der Gehäusedeckel von Helix pomatia besteht nach Analysen von Joy aus 94,24 % $CaCO_3$, 5,73 % $Ca_3(PO_4)_2$ und 1,5 % organischer Substanz; nach B. Wicke aus 86,75 % CaO_3, 0,96 kohlensaurer Mg, 5,36 phosphors. Ca + Mg, 1,15 kieselsaurer Tonerde und 0,95 organischer Substanz (in O. v. Fürth vergl. chem. Phys. usw.). Außerdem kann noch folgende Angabe Krukenbergs in „Chemie der Gewebe" den relativ hohen Kalkgehalt im Weichkörper der Mollusken erklären: „Bei vielen Mollusken ist die Neigung zur Absetzung kohlensaurer Erden so sehr ausgesprochen, daß man letztere auch im Inneren des Körpers antrifft. Der Mantellappen von Anodonta und Unio lieferte (bei 120° getrocknet) nahezu 15 % $Ca_3(PO_4)_2$ und nur 3 % andere Salze." Ob bei Anodonta der von mir gefundene hohe Phosphorsäuregehalt hierauf allein zurückzuführen ist oder aus eingestrudelten organischen Zerfallsprodukten stammt, müßten spezielle Untersuchungen zeigen.

Was das Eisen anbetrifft, so zeichnet sich die Landschnecke Helix durch besonders niedrigen Gehalt (0,14 %) aus. Die Süßwasserschnecken Limnaea und Planorbis enthalten mehr Fe_2O_3 als die Meeresschnecke Litorina. Die untersuchten Muscheln, mit Ausnahme von Mytilus, besitzen einen höheren Eisengehalt als die Schnecken.

Sobald es die Feinde vermögen, die Weichkörper der Tiere aus ihrem Gehäuse zu zerren oder zu saugen, haben sie in den Mollusken eine hochwertige Nahrung wegen des den Crustaceen gegenüber hohen Gehalts an organischen Nährstoffen, die im Weichkörper durchschnittlich 85 % der Gesamttrockensubstanz ausmachen, während sie bei den Crustern, die doch nur mit Panzer gefressen werden können, nur 60 bis 70 % ausmachen. Zwar wird dieser Vorzug im Nährwert durch den hohen Wassergehalt der Mollusken wieder ausgeglichen, so daß auf Lebendgewicht umgerechnet, die Cruster eine mindest ebenso vollwertige Nahrung darstellen. (Siehe Tabelle der Analysenresultate in Prozent des Lebendgewichts!) Limnaea, Planorbis, Helix leben haupt-

sächlich von Pflanzenkost. Dies zeigt sich bei Helix in den 11,13 % Kohlehydraten, die nicht Glykogen sind. Bei Limnaea und Planorbis sind merkwürdigerweise keine Kohlehydrate vorhanden, die als Nahrung im Darm aufzufassen wären. Bei Anodonta wiederum sind 21,36 % Kohlehydrate nicht Glykogen, das ist überraschend viel, wenn man diese Menge als eingestrudelte pflanzliche Stoffe und Zerfallsprodukte erklären will.

Aus der Gruppe der Echinodermen sind von mir Vertreter der Seesterne und Seeigel untersucht worden.

Was das Hautskelett dieser Tiere betrifft, so habe ich, um zu bestimmen, wieviel CaO als kohlensaurer Kalk gebunden ist, Kohlensäurebestimmungen gemacht.

Hippasterias: 0,4786 g Trockensubstanz ergab 0,0862 g CO_2, das ist 18,01 % CO_2 (in Rohasche). 18,01 % CO_2 entspräche 22,97 % CaO, 22,58 % CaO habe ich in der Rohasche gefunden, demnach ist aller Kalk als kohlensaurer anzusprechen.

Echinus: 0,4640 g — 0,1368 g = 29,48 % CO_2 (in Rohasche). Zu 29,48 % CO_2 gehören 37,61 % CaO, in der Rohasche fand ich 37,72 % CaO, demnach ist so gut wie alles Calcium an Kohlensäure gebunden.

In Krukenberg „vergl. physiol. Vorträge" ist eine Analyse der Schale von Echinus lividus (analysiert von Brunner) angegeben: 86,81 % $CaCO_3$ + 0,84 % $MgCO_3$ + 1,38 % $CaSO_4$ + 1,14 % (andere Salze und Verluste) + 9,83 % organische Stoffe = 100,00. Der Panzer von Echinus besteht demnach größtenteils aus $CaCO_3$ und organischer Substanz.

Spatangus: 0,5642 g — 0,0568 g = 10,07 % CO_2 (in Rohasche). Zu 10,07 % CO_2 gehören 12,85 % CaO. Gefunden wurde in der Rohasche 12,88 % CaO, also auch hier der gesamte Wert von CaO an CO_2 gebunden.

Gesamtanalysen von Echinodermen finde ich bei Delff: Asterias rubens: 34,96 % Eiweiß, 5,71 % Fett, 9,11 % Kohlehydrate, 47,44 % Asche, 0,29 % Fe_2O_3, 25,98 % CaO, 1,02 % P_2O_5 auf seesalz- und kieselfreie Trockensubstanz bezogen). In der seesalzfreien Trockensubstanz sind 35,24 % verdaubar.

Delff hat noch zwei weitere Analysen angegeben:

1. Asterias glacialis (Sempolowsky „Landw. Versuchsstation" 89) 6,81 % N, 42,56 % Eiweiß, 10,60 % Fett, 45,45 % Rohasche, 0,90 % P_2O_5, 1,46 % K_2O, 21,66 % CaO, 67,36 % Wasser.
2. v. Marchand (Liebig und Kopp, Jahresbericht für Chemie 1866): Asterias: 49,05 % organische Substanz, 3,86 % N (24,74 % Eiweiß), 47,09 % Asche, 0,28 % K_2O, 2,03 % Na_2O, 21,04 % CaO, 1,92 % MgO, 0,18 % Fe_2O_3, 0,003 % CaO, 3,15 % Cl, 0,046 % J, 0,007 % Br, 0,88 % P_2O_5, 1,08 % SO_3, 16,79 % CO_2, 0,39 % SiO_2.

In einer Arbeit von A. Pütter „Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels" ist die chemische Zusammensetzung einiger Meerestiere angegeben, darunter auch von zwei Vertretern der Echinodermen. Da indes die analytische Methode von der von mir angewandten abweicht, muß vorher kurz auf die Methodik Pütters eingegangen werden.

Er teilt die Trockensubstanz in drei Fraktionen. Zuerst extrahiert er mit kochendem Wasser, diese wasserlöslichen Stoffe bilden Fraktion I. Die wasserunlösliche Substanz wird mit Äther extrahiert und dieser Extrakt als F. II bezeichnet. Der wasser- und ätherunlösliche Rückstand ist F. III. In F. I werden die „Extraktivstoffe, z. B. Abbauprodukte des Eiweiß, Purinderivate usw.", bestimmt durch Ermittlung des Stickstoffgehalts (N wird als 19,6 % der Stoffmenge angesehen). Der Rest des organischen Anteils der F. I bilden die löslichen Kohlehydrate, Mono- und Disacharide. Die Asche von F. I wird zuerst bestimmt und abgezogen, so daß die Werte für die organischen Bestandteile auf aschefreie Trockensubstanz bezogen sind. In F. II wird der Stickstoff bestimmt, daraus die Lecithine berechnet, indem der N-Gehalt dieser Stoffe zu 2,0 % angenommen wird. Die Fette stellen den Rest von F. II dar, ihr C-Gehalt wird zu 78 % gerechnet. In F. III wird die Eiweißmenge durch Multiplikation der N-Menge mit 6,25 gewonnen, die unlöslichen Kohlehydrate bilden, soweit nicht Chitin vorhanden ist, den Rest von F. III (Asche wird vorher abgezogen).

100 Teile Lebendgewicht enthalten:

Asterina gibbosa	63,8 %	Wasser;	16,9 %	Asche;	19,3 %	Organisches
Cucumaria grubei	79,0 %	„ ;	4,6 %	„ ;	16,4 %	„

100 Teile organischer Trockensubstanz enthalten:

	Extraktivstoffe	lösliche Kohlehydr.	Fette und Lecithine	unlösl. Kohlehydrate	Eiweiß
Asterina gibbosa	4,7	0,0	5,4	70,2	19,7
Cucumaria grubei	5,0	17,1	6,8	15,8	55,2

Um diese Resultate mit meinen Analysen vergleichbar zu gestalten, rechne ich die Werte um und beziehe sie auf Gesamttrockensubstanz (organische Substanz und Asche), außerdem gebe ich die Kohlehydrate nicht getrennt an, auch zähle ich die Extraktivstoffe zu Eiweiß:

	Eiweiß %	Fette (+ Lecith.)	Kohlehydrate	Rohasche
Asterina gibbosa	13,01	2,88	37,42	46,69
Cucumaria	47,07	5,32	25,72	21,90

Da bei Cucumaria von Pütter auch die lösliche Asche (Asche von F. I) angegeben ist, so ist es möglich, die Werte für dieses Tier noch auf seesalzfreie Trockensubstanz umzurechnen.

	Eiweiß	Kohlehydrate	Ätherextrakt	Asche
Cucumaria:	49,74 %	27,08 %	5,61 %	17,42 %

Die Analysen der Seesterne weichen besonders im Gehalt der Kohlehydrate voneinander ab. Delff fand 9,11 % Kohlehydrate. Bei der Analyse von Marchand sind wohl die Eiweißstoffe bestimmt, doch nicht die Kohlehydrate. Es bleiben nach Abzug von Eiweiß 24,31 % organische Substanz; da es unmöglich ist, daß das Tier soviel Fett enthält, muß man auch hier das Vorhandensein von Kohlehydraten annehmen. Pütters Analyse zeichnet sich durch besonders hohen Gehalt an Kohlehydraten (37,42 %) und dementsprechend niedrigen Eiweiß- und Fettgehalt aus. Sempolowsky und ich fanden überhaupt keine Kohlehydrate.

Der Fettgehalt scheint bei den Asteriden allgemein ziemlich hoch in Beziehung zur vorhandenen organischen Substanz zu sein (mit Ausnahme der Pütterschen Analyse). Das Ver-

hältnis von Asche zu organischer Substanz kann man nach den fünf vorliegenden Analysen rund als 1:1 bezeichnen. Bei den hier untersuchten Seeigeln besteht die organische Substanz, die nur ein Fünftel der Gesamttrockensubstanz ausmacht, ungefähr zur Hälfte aus Eiweiß, den Rest nehmen zum größten Teil die Kohlehydrate ein. Im Ganzen bilden demnach die Seeigel eine recht klägliche Kost (siehe Verdauungsversuch!). R. Hesse (Tierbau und Tierleben) und O. v. Fürth (vergl. chem. Phys. usw.) geben an, daß Seesterne ihre Stammverwandten, die Seeigel, fressen.

Die Seesterne stellen eine weit wertvollere Nahrung dar. Hippasterias steht im Nährwert ungefähr den Crustaceen gleich, denn der Verdauungsversuch zeigt, daß fast alle organische Substanz (50 %) verdaubar ist, im Gegensatz zu Asterias rubens (Delff), wo sich nur von rund 50 % organischer Substanz 35,24 % als verdaubar erwiesen. Prof. Dr. Reibisch (Kiel) sagte mir, daß Haie und andere Raubfische den Seesternen nachstellen.

Über die Giftigkeit von Seesternen wird bei O. v. Fürth (vergl. chem. Phys. usw.) angegeben, daß Hunde und Katzen, die mit rohen oder gekochten Seesternen gefüttert wurden, heftige, selbst tödlich verlaufende Vergiftungen zeigten. Im Gegensatz hierzu schreibt Eichelbaum (Über die Nahrung und Ernährungsorgane von Echinodermen, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen), daß auf Grund von Fütterungsversuchen, die er selbst ausgeführt hat, die Giftigkeit der Seesterne unwahrscheinlich sei. Zum Verständnis der Analysen können noch die Angaben Eichelbaums über die Nahrung von Echinodermen beitragen. Echinus ist Liebhaber kleiner Würmer, Krebse, Schwämme, oder weidet Algenrassen ab. Vielleicht ist auf diese pflanzliche Kost der relativ hohe Gehalt an Kohlehydraten in der Analyse von Echinus zurückzuführen. Spatangus dagegen schaufelt sich den ganzen Darm voll Sand und Schlamm, er lebt von den darin enthaltenen Tier- und Pflanzenresten. Entsprechend dieser Lebensweise besteht das getrocknete Tier zu 64 % aus Sand.

Cucumaria fällt den anderen Echinodermen gegenüber auf durch den geringen Aschengehalt, bedingt durch Rückbildung des Kalkskeletts. Der hohe Gehalt an organischer Substanz erlaubt, dieses Tier als recht ergiebiges Nährmaterial anzusprechen. Wird doch auch eine nahe Verwandte, Holothuria edulis, bekannt als Trepang, viel gegessen, besonders von Chinesen. Die von Pütter untersuchte Cucumaria zeigt keinen Darminhalt, also SiO_2 usw., weil die Tiere 17 Tage im Aquarium ohne geformte Nahrung gehalten wurden. Nach Pütter soll die chemische Zusammensetzung dieser hungernden Tiere keine nennenswerten Unterschiede gegen die der frischgefangenen Tiere aufweisen.

Die nächste Gruppe der Anneliden ist in chemischer Beziehung wenig bekannt. Der niedrige Aschengehalt, hohe Eiweiß- und Fettgehalt macht sie zu recht fetten Bissen, die Zahl ihrer Feinde ist daher groß genug. Der hohe Nährwert ergibt sich auch aus zwei Analysen von Delff (auf seesalz- und SiO_2-freie Trockensubstanz bezogen):

1. Nereïs: 10,12 % N, 61,83 % Eiweiß, 16,00 % Fett, 17,75 % Kohlehydrate, 1,66 % Asche,
2. Arenicola: 9,67 % N, 61,97 % Eiweiß, 8,56 % Fett, 19,13 % Kohlehydrate, 5,11 % Asche, 0,89 % Fe_2O_3, 0,96 % CaO, 1,70 % P_2O_5.

Der in Sand bohrende Wurm Arenicola, der viel als Köder von Fischern benutzt wird, zeigt einen dementsprechenden Gehalt an SiO_2, wie es die nicht reduzierten Analysenresultate von Delff zeigen:

Arenicola: 4,81 % N, 31,03 % Eiweiß, 4,29 % Fett, 9,58 % Kohlehydrate, 52,49 % Rohasche, 5,54 % Seesalz, 0,44 % Fe_2O_3, 0,48 % CaO, 0,85 % P_2O_5, 44,39 % SiO_2.

Dadurch wird selbstverständlich der Nährwert bedeutend herabgesetzt. Durch ihren hohen Wassergehalt verlieren auch die von mir analysierten Würmer an Nährwert, die Trockensubstanz wird dadurch auf eine größere Gewichtsmenge der frischen Tiere verteilt (siehe Tabelle der Analysenresultate in Prozenten des Lebendgewichts). Doch da so gut wie alle organischen Stoffe verdaubar sind (siehe Verdauungsversuch!), so bieten diese Tiere trotzdem eine ganz vorzügliche Nahrung.

Von den untersuchten Blutegeln ist ihre fast gleiche chemische Zusammensetzung hervorzuheben, nur fehlen Herpobdella völlig die Kohlehydrate, welche bei Hirudo medicinalis als Glykogen vorhanden sind. Der hohe Fettgehalt ist bei diesen relativ trägen Tieren als Reservestoff erklärlich. Bei den Analysen habe ich nach gewöhnlicher Methode Chitinbestimmungen gemacht, indem ich von den Untersuchungen Reichards „Über Cuticular- und Gerüstsubstanzen wirbelloser Tiere" ausging. Reichard fand die Cuticula der Hirudineen unlöslich in kochender Kalilauge, außerdem stellte er Rotfärbung bei Behandlung mit Chlorzinkjod oder Jodkalium und Schwefelsäure fest, hieraus schließt er, daß die Cuticula der Egel aus Chitin besteht. Die Menge, die ich fand, liegt innerhalb der Grenzen des Crustaceenchitins.

Unter den niederen Würmern ist für die Eingeweidewürmer in Beziehung zu ihrer Lebensweise wenig Asche, viel Eiweiß, auffallend viel Fett und Glykogen charakteristisch. Ascaris hat weniger Fett als Bothriocephalus, dafür um so mehr Glykogen. (Über den Glykogengehalt ist oben Näheres mitgeteilt.) Ascaris gegenüber ist bei Bothriocephalus ein höherer CaO- und P_2O_5-Gehalt auffallend. In Krukenberg „Chemie der Gewebe" findet sich eine Angabe, daß bei Bandwürmern unmittelbar unter der Haut elliptische oder scheibenförmige Körperchen vorhanden sind, die größtenteils aus $CaCO_3$ bestehen. Was den Wassergehalt bei Eingeweidewürmern betrifft, so fand Weinland (Über den Glykogengehalt einiger parasitischer Würmer, Zeitschrift für Biologie 1901) bei:

Taenia	7,8—10,5 % Trockensubstanz,	92,2—89,5 %	Wasser
Ascaris	21,5—19,9 % „ ,	80,1—78,5 %	„ .

Ich fand bei Bothriocephalus 84,7 % Wasser, also bedeutend weniger gegenüber Taenia, bei Ascaris fand ich 79,30 %, was gut zu Weinlands Angabe stimmt.

Über Aurelia finde ich Angaben bei Krukenberg (vergleichende physiologische Studien), und zwar zuerst eine Analyse von Ladenburg. Er fand bei Aurelia aurita der Ostsee 2,06 bis 2,1 % Trockensubstanz und 97,94 bis 97,90 % Wasser. Krukenberg selbst fand in der Adria bei Aurelia aurita 95,7944 % Wasser und 4,2056 % Trockensubstanz. Die Verschiedenheit dieser Resultate führte Krukenberg auf Grund weiterer experimenteller Studien zu dem Schluß, daß der Salzgehalt der Medusen und damit ihre Trockensubstanz abhängt von dem Salzgehalt des umgebenden Mediums. Die Kieler Föhrde, aus der Ladenburg sein Material entnahm, hat nach

Krukenberg einen mittleren Salzgehalt von 1,7 bis 1,8 %, während der Salzgehalt der Adria auf 3,84 % steigt. Krukenbergs Schlußfolgerungen lauten (angegeben in vergleichende physiologische Studien):

„Die Flüssigkeit in der Gallertscheibe der Medusen weist bezüglich ihres Salzgehalts ausnahmslos eine große Übereinstimmung mit dem umgebenden Meerwasser auf, jedoch derart, daß in salzarmen Meeren der Salzgehalt des Gallertwassers gegenüber dem des Meeres sich verhältnismäßig viel höher stellt als bei Medusen, welche in salzreichen Wässern leben."

Mein Resultat mit 98,22 % Wasser ist noch höher als das Ladenburgs. Ob dieser Unterschied an der angewandten Methode liegt oder in der Größe der Tiere, ist leider nicht zu beurteilen, da bei Ladenburgs Analyse nichts Näheres über diese Faktoren angegeben ist. Rechne ich mein analytisches Ergebnis, daß 77,05 % Seesalz in der Trockensubstanz (die 1,78 % des frischen Tieres ausmacht) enthalten ist, auf das frische Tier um, so erhalte ich 1,3715 % Seesalz. Den geringen Gehalt an Nährmaterial ersieht man daraus, daß 1 kg frischer Substanz aus 982,2 g Wasser, 13,7 g Seesalz und nur 4,1 g organischer Substanz, also Nährmaterial, besteht.

Pütter gibt die chemische Zusammensetzung einer Actinie an:

100 Teile Lebendgewicht enthalten bei Anemonia sulcata 87,2 % Wasser, 3,27 % Asche, 9,53 % Organisches.

100 Teile organischer Trockensubstanz enthalten:

	Extraktivstoffe	lösl. Kohlehydrate	Fette und Lecithine	unlösl. Kohlehydrate	Eiweiß
Anemonia	7,0	31,5	11,5	15,7	34,3.

Rechne ich wieder auf Gesamttrockensubstanz um, zähle die löslichen und unlöslichen Kohlehydrate zusammen, und rechne die Extraktivstoffe zu Eiweiß, so erhalte ich:

	Eiweiß	Fette (und Lecithine)	Kohlehydrate	Rohasche
Anemonia	30,98	8,63	35,41	25,55.

Die Reservestoffe Kohlenhydrate und Fette machen den größeren Teil der organischen Substanz aus, dies ist bei der festsitzenden Lebensweise erklärlich. Der Wassergehalt ist wie bei den Spongien sehr groß. Trotzdem diese Seerose skelettlos ist, beträgt der Aschengehalt doch ein Viertel der Trockensubstanz. Immerhin zeigt die chemische Zusammensetzung, daß dieses Tier einen hohen Nährwert besitzt. In Leunis, Synopsis der Tierkunde, Band II ist angegeben, daß Anemonia sulcata in Südfrankreich unter dem Namen ortique gegessen wird.

Über Spongien sind in A. Pütter „Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels" einige Analysen angegeben, die hier angeführt werden mögen. Die analytische Methode, die Pütter angewandt hat, ist schon bei Besprechung der Echinodermen angegeben.

100 Teile Lebendgewicht enthalten:

	Wasser	Asche	Organisches
Suberites domuncula	77,,5	14,9	7,60
Hircinia spec.	83,8	4,2	12,0
Sycandra raphanus	90,15	6,24	3,61

100 Teile organische Trokensubstanz enthalten:

	Extraktivstoffe	lösl. Kohlehydrate	Fette und Lecithine	unlösl. Kohlehydrate	Eiweiß
Suberites	5,6	9,2	8,2	41,5	35,5
Hircinia	17,5	16,5	2,4	15,1	48,5
Sycandra	15,4	0,0	3,6	67,7	13,8

Auf Gesamttrockensubstanz (Asche + org. Trockensubst.) bezogen, sowie die Kohlehydrate zusammengezählt und die Extraktivstoffe zu Eiweiß gerechnet, ergibt nach eigener Umrechnung:

	Eiweiß	Fette (+ Lecithine)	Kohlehydrate	Rohasche
Suberites	13,97	2,79	17,24	66,22
Hircinia	48,84	1,78	23,28	25,93
Sycandra	10,70	1,32	24,81	63,35

Den Spongien gemeinsam ist ein hoher Gehalt an Kohlehydraten, die wohl als Reservestoff anzusprechen sind. Die Kohlehydrate machen bei Suberites und Sycandra den größten Teil der organischen Substanz aus. Bei Hircinia ist dies nicht der Fall, da hier das Skelett allein aus organischer Substanz besteht, die den Eiweißgehalt erhöht. Würde man die Gerüstsubstanz vom Eiweiß abziehen, so würde sich bei Hircinia zeigen, wie sehr das Reservematerial überwiegt. Der Aschengehalt der Spongien ist sehr hoch mit Ausnahme der Hornschwämme, deren Skelett nicht zur Asche beiträgt. Wegen des hohen Gehalts an unverdaulicher Skelettsubstanz geben die Spongien keine günstige Nahrung ab.

Da bei Suberites noch die in Fraktion I enthaltene, also lösliche Asche angegeben ist, ist es möglich, die Analysenresultate auf seesalzfreie Trockensubstanz zu beziehen:

(In Gesamttrockensubstanz 7,2 % lösl. Asche — Seesalz.)

	Eiweiß	Fette (+ Lecithine)	Kohlehydrate	Asche
Suberites	15,05	3,00	18,58	63,60

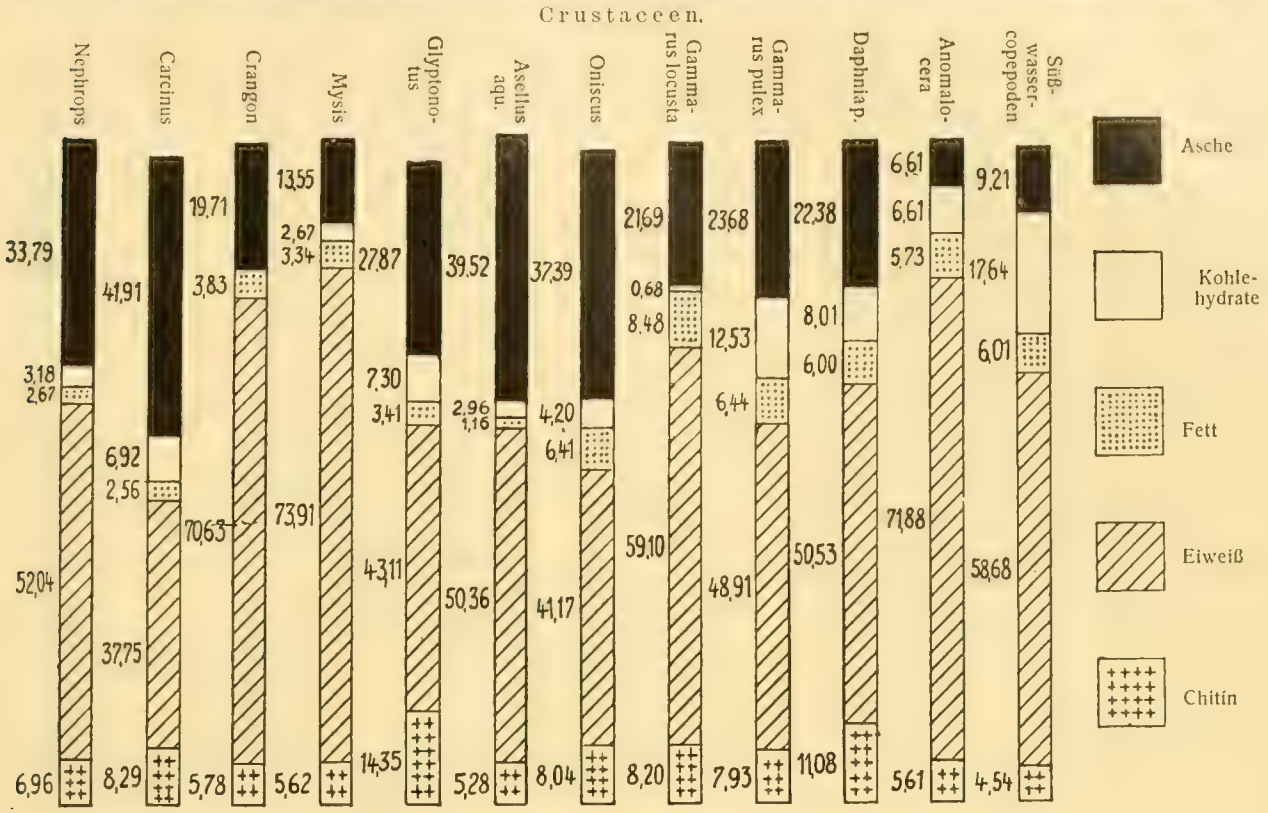
Bei dem **Planktonfang** ist auf die relativ große Menge von Copepoden-Jugendzuständen (Nauplien und Copepoditen) aufmerksam zu machen. Wenn sie auch an Zahl nur den $^1/_{24}$ Teil der Peridineen ausmachen, so werden sie an der Trockensubstanz doch einen erheblichen Anteil haben. Dies spricht sich auch, wenn man die Analysenresultate mit denen Brandts von Ceratien vergleicht, in dem Gehalt an Eiweiß, Fett und Kohlehydrate aus. Brandt (Beiträge zur chemischen Zusammensetzung des Planktons) gibt für Ceratium die Durchschnittszusammensetzung: 13 % Eiweiß, 1,3 bis 1,5 % Fett, 80,5 bis 80,7 % Kohlehydrate (davon etwa die Hälfte Cellulose) 5,0 % Asche an, für Copepoden: 59 % Eiweiß, 4,7 % Chitin, 7 % Fett, 20 % Kohlehydrate, 9,3 % Asche. Meine Resultate stehen ungefähr in der Mitte zwischen beiden, was auf eine fast gleichmäßige Beteiligung beider Komponenten an diesem Fange schließen läßt. Der Eisengehalt von 2,32 %, der höher ist als bei allen sonst analysierten Meerestieren, ist auffallend und widerspricht R. Schneiders früher zitiertem Erfahrungssatz, daß unter den Meerestieren die pelagischen Formen sich durch besonders niedrigen Eisengehalt auszeichnen. Der hohe Seesalzgehalt von 17,73 % zeigt, welch große Mengen Seesalz die abgesetzte schwamm-

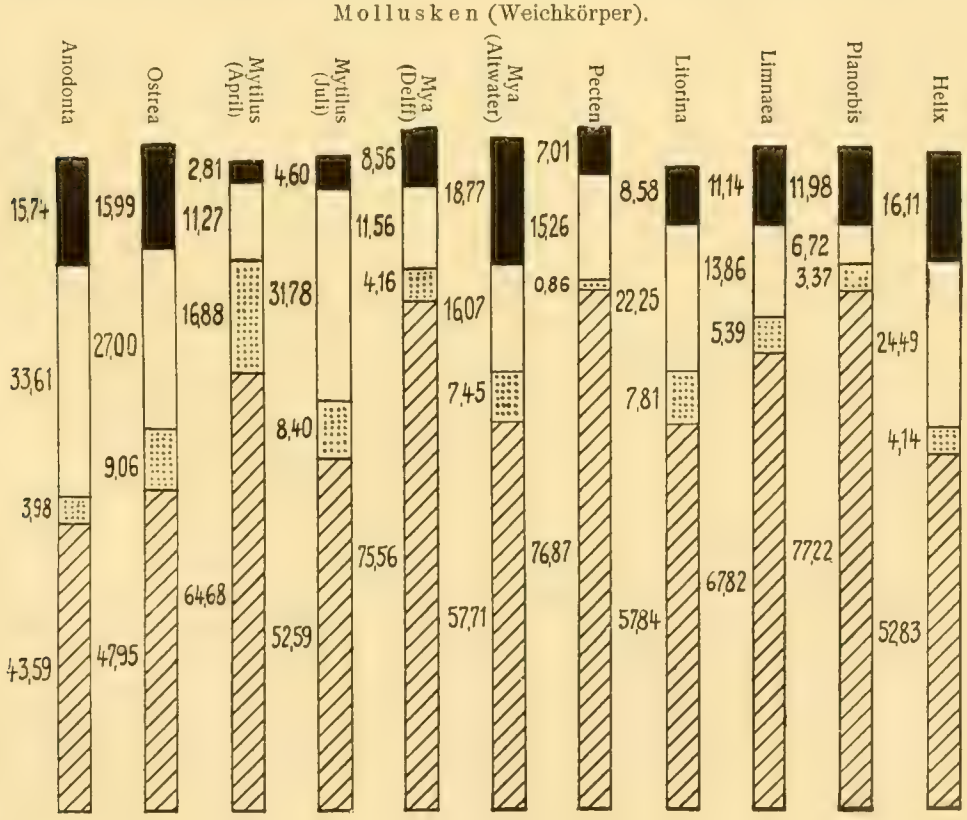
artige Planktonmasse rein mechanisch festzuhalten vermag. Am Verdauungsversuch sieht man, daß dieses Plankton eine recht günstige Nahrung darstellt, die ungefähr den Weichkörpern der Mollusken gleichkommt und nur von den Würmern übertroffen wird. Es ist außer Cellulose und einem Teil der Asche alles (70 % der Trockensubstanz) verdaut worden. Zu beachten ist noch das Verhältnis von Setzvolumen zu Trockengewicht, besonders auffallend ist dieses Verhältnis im Vergleich zu Brandts Angaben. Hier wird angegeben, daß im Durchschnitt auf 50 ccm Volumen 1,35 g Trockensubstanz kommen, und daß diese nur dann bedeutend kleiner ist, wenn viel Diatomeen vorhanden sind, die wegen ihrer Sperrigkeit das Volumen enorm vergrößern. Umgekehrt wird das Setzvolumen durch viele Copepoden verkleinert, das Trockengewicht also erhöht. Ich erhalte auf 50 ccm Setzvolumen 3,11 g Trockensubstanz, dieses außerordentlich hohe Verhältnis ist vielleicht aus der völligen Abwesenheit sperriger Formen, besonders Chaetoceras zu erklären.

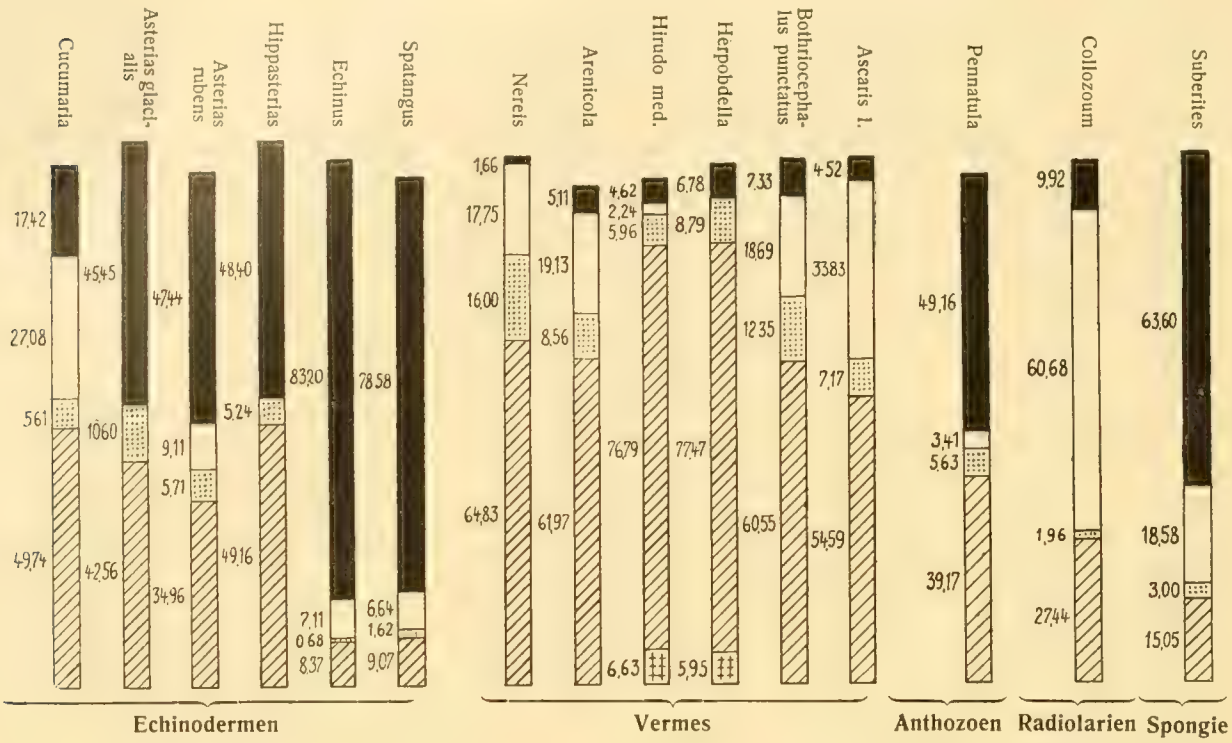
8. Literatur-Verzeichnis.

1. Bauer, Süßwasserfauna Deutschlands.
2. Brandt, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Kiel 1898.
3. Bunge, Über das Sauerstoffbedürfnis der Schlammbewohner. Zeitschr. f. physiol. Chemie 12, 1888.
4. Delff, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Meerestiere. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Kiel 1912.
5. Eichelbaum, Über die Nahrung und Ernährungsorgane von Echinodermen. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.
6. O. v. Fürth, Vergleichende chemische Physiologie niederer Tiere. Jena 1903.
7. E. Haselhoff, Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden. Leipzig 1909.
8. R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie. Jena 1910.
9. Hesse-Doflein, Tierbau und Tierleben. Band 1. Leipzig u. Berlin 1910.
10. Hoek, P. P. C., Rapport over de oorzaken van den achternitgang in hoedanigheid van de Zeenwsche oester. 1902.
11. Knauthe, Das Süßwasser.
12. König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel.
13. Krukenberg, Chemie der Gewebe.
14. —, Vergl. physiologische Vorträge.
15. Lampert, Das Süßwasser.
16. Lassar-Cohn, Arbeitsmethoden für organische chemische Laboratorien, Allgemeiner Teil.
17. Dr. med. A. Legahn, Physiologische Chemie. Leipzig 1905.
18. Leunis, Synopsis der Tierkunde.
19. Milroy, Seasonal Variations in the Quantity of Glykogen in Samples of Oysters. (Department of Agriculture and Technical Instruction for Ireland.)
20. A. Pütter, Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels. (Abhandlungen der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathem.-physik. Klasse. 1908.)
21. Rauschenplatt, Über die Nahrung von Tieren aus der Kieler Bucht. Dissertation. Kiel 1901.
22. Reichard, Über Cuticular- und Gerüstsubstanzen wirbelloser Tiere. Heidelberger Dissertation 1902.
23. Schloßberger, Chemie der Gewebe.
24. R. Schneider, Über Eisen-Resorption in tierischen Organen und Geweben. (Aus den Abhandlungen der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften. Berlin 1888.)
25. —, Verbreitung und Bedeutung des Eisens im animalischen Körper. 64. Verhandlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. Halle 1891.
26. —, Das Eisen im Pflanzen- und Tierkörper nach den neuesten Forschungen. (Vossische Zeitung 1889.)
27. Sempolowsky, Landwirtschaftliche Versuchsstation. 1889.
28. Treadwell, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie, 1905, Bd. II.
29. Weinland, Über Kohlehydratzersetzung ohne Sauerstoffaufnahme, ein tierischer Gärungsvorgang. Zeitschrift für Biologie 42, 1901.
30. —, Über den Glykogengehalt einiger parasitischer Würmer. Zeitschrift für Biologie 41, 1901.

9. Graphische Darstellung von Repräsentanten wirbelloser Tiere in ihrer chemischen Zusammensetzung.






Cucumaria
17,42
27,08
5,61
49,74
Asterias glacialis
45,45
10,60
42,56
47,44
34,96
Asterias rubens
48,40
9,11
5,71
49,16
Hippasterias
83,20
5,24
Echinus
78,58
7,11
0,68
8,37
Spatangus
6,64
1,62
9,07
Echinodermen
Nereis
1,66
17,75
16,00
64,83
Arenicola
5,11
19,13
8,56
61,97
Hirudo med.
4,62
2,24
5,96
76,79
6,63
Herpobdella
6,78
8,79
77,47
5,95
Bothriocephalus punctatus
7,33
18,69
12,35
60,55
Ascaris l.
4,52
33,83
7,17
54,59
Vermes
Pennatula
49,16
3,41
5,63
39,17
Anthozoen
Collozoum
9,92
60,68
1,96
27,44
Radiolarien
Suberites
63,60
18,58
3,00
15,05
Spongie

Inhalt.

		Seite
1.	Gegenstand und Ziel der Untersuchungen	3
2.	Die Methoden	4
	a) Die allgemeinen Grundlagen	4
	b) Die angewandte Methode	5
3.	Die Analysen	7
4.	Tabellen der Resultate a—f	27
5.	Über Glykogen	31
6.	Die Cuticularsubstanz bei Ascaris lumbricoides	33
7.	Allgemeine und vergleichende Betrachtungen	34
8.	Literaturverzeichnis	50
9.	Graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung von Repräsentanten wirbelloser Tiere	51

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Gemmula-Studien

und allgemein-biologische Untersuchungen an *Ficulina ficus* Linné.

Mitteilung über vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Gemmula-Studien an Meeres- und Süßwasser-Spongien.

Von

Karl Müller.

Mit 4 Tafeln (IV—VII) und 10 Figuren im Text.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitendes 289
Material und Methoden 289
Frühere Beobachtungen über marine Gemmulae 290
Biologisches über *Ficulina ficus* (Symbiose mit Paguridеu, Synökismus mit Bivalven)
a) Die Ficulinen der Nordsee 292
b) Die Ficulinen der Barents-See 294
Die Gemmulae von *Ficulina ficus* 296
Die Gemmulaschicht der Spongienunterlage
Die Gemmulaschicht als Ganzes 297
Die einzelnen Gemmulae 297
1. Morphologisches 297
2. Histologisches 299
Die Gemmula-Kapsel 299
Der Gemmula-Keimkörper 301
3. Entwicklungsgeschichtliches 302
Die freien Gemmula-Aggregate 305
Literatur-Verzeichnis 307
Tafelerklärung 309

Einleitendes.

In den Monaten Juni und Juli dieses Jahres wurde von der Königlich Biologischen Anstalt Helgoland mit dem deutschen Reichsforschungsdampfer „Poseidon" eine Untersuchungsfahrt in die Barentssee veranstaltet. Auf der Fahrt hatte ich Gelegenheit, neue interessante Beobachtungen über ein Vorkommen freier, isolierter, fern von der Spongienunterlage, mitten im Schwammgewebe sporadisch verteilter Gemmula-Aggregate bei *Ficulina ficus* Linné zu machen.

Die Beobachtungen geben mir Veranlassung zu einem kurzen Bericht über Gemmula-Studien, die schon vor längerer Zeit begonnen, noch immer nicht zum Abschluß gebracht werden konnten, da mich andere Pflichten oft — wie auch nun wieder — zu längeren Unterbrechungen zwangen.

Im Zoologischen Institut zu Marburg stellte ich auf Anregung Herrn Professor Korschelts Untersuchungen an über die Bildung der Gemmulae, zunächst an Material der in der Lahn häufigen Spongilliden, *Spongilla lacustris* (aut.) und *Ephydatia Mülleri* (Lbkn.). Einige Ergebnisse teilte ich gelegentlich der Veröffentlichung entwicklungsmechanischer Spongillidenstudien an anderer Stelle mit (Müller 1911 β, p. 118, 1911 γ, p. 600 ff.). In den Hauptpunkten konnten die Evans'schen Befunde über die Gemmulaentwicklung einer siamesischen Brackwasserform, *Ephydatia Blembingia* (Evans 1901), für die genannten heimischen Süßwasserformen bestätigt werden.

Die Gemmulastudien dehnte ich später auch auf marine Spongien aus, da ich im Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel reichlich marines Spongienmaterial vorfand.

Im folgenden möchte ich über Untersuchungen an *Ficulina ficus* Linné berichten, die Allgemein-Biologisches, insbesondere aber die Gemmulation dieser Form betreffen. Dabei sollen die analogen Verhältnisse bei den *Spongilliden* zum Vergleich herangezogen werden.

Material und Methoden.

An Untersuchungsmaterial mariner Spongien, das zum Studium der Gemmulation dieser Formen geeignet erschien, fand ich im Kieler Meereslaboratorium *Ficulina ficus* reichlich vor. Die Species war auf den Untersuchungsfahrten des „Poseidon" in der Nordsee, im Kattegatt und Skagerrak häufig gefunden worden. Geheimrat Brandt überließ mir das Material in liebenswürdigster Weise zur Bearbeitung.

Da das Material in Alkohol konserviert war, zeigte es sich für genauere histologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien nicht brauchbar. Wiederholte Teilnahme an den Poseidonfahrten ermöglichte es mir aber, in geeigneter Weise konserviertes Material selbst zu sammeln.

In besonders reichlicher Menge fand ich *Ficulina ficus* auf der Barentsseefahrt des „Poseidon“ an mehreren Stellen der südlichen Barentssee. Einige Stationen westlich von Kap Kanin waren ein wahres Eldorado.

Als Fanggerät dienten sowohl auf früheren wie auf der Barentsseefahrt die großen Grundschleppnetze für Fischfang, die „große Kurre“ und die „Garneelenkurre“, Schernetze, die immer einen reichen „Beifang“ mit heraufbringen.

Zur Konservierung verwandte ich

Zenkersche Lösung,

Apathys Sublimat-Alkohol-Eisessig in Seewasser,

Lo Biancos Sublimat-Chromsäure in Wasser,

van Leuwens Chloroform-Formol-Pikrinsäure-Eisessig in abs. Alk.

Sie ergaben alle verhältnismäßig gute Resultate, besonders auffällige Unterschiede fand ich nicht.

Das Material wurde in nicht zu hartem Paraffin eingebettet. Die Schwierigkeiten, die sich beim Schneiden infolge des ungeheuer dichten Nadelgewirrs der Spongien und des leicht splitternden Chitins bzw. Spongins der Gemmulae ergaben, waren ganz enorme. Versuche nach verschiedenen Richtungen, die Schwierigkeiten zu beheben, hatten bisher keinen nennenswerten Erfolg.

Frühere Beobachtungen über marine Gemmulae.

Über ein Vorkommen echter Gemmulae bei marinen Spongien ist verschiedentlich berichtet worden.

Die Angaben darüber scheinen jedoch — wie überhaupt das immerhin recht häufige Vorkommen mariner Gemmulae — Nicht-Spongiologen noch wenig bekannt.[1]) Ich gebe daher gleich hier eine kurze Zusammenstellung aller über Gemmulae mariner Schwämme bisher gemachten Angaben — soweit sie mir aus der Literatur zugänglich waren — ohne mich dabei auf *Ficulina* zu beschränken.

Häufig werden als Gemmulae Dinge beschrieben, die nicht hierher gehören, bewimperte Larven und deren Entwicklungsstadien, freie, sich aktiv lösende Brutknospen u. a. Andrerseits findet man echte Gemmulae unter andern Bezeichnungen beschrieben, als „ovaries“, „ovigerous layer“ usw. Die Angaben sind daher recht kritisch zu prüfen.

Eingehendere Untersuchungen histologischer und entwicklungsgeschichtlicher Art fehlen bisher.

Sicher nachgewiesen ist das Vorkommen echter Gemmulae bisher nur für Monaxonier und zwar für

[1]) Noch 1908 schreibt u. a. Kerb im Archiv für mikroskopische Anatomie, daß Gemmulabildung bisher ausschließlich bei Süßwasserspongien beschrieben sei, „wenn ich an dieser Stelle von einer vereinzelten Mitteilung von Topsent über das Vorkommen von Gemmulabildung bei marinen Calcispongien (soll wohl Silicispongien heißen! Müller) einmal absehen darf, zumal diese keinerlei biologische Notiz enthält“.

Chalina oculata von Boverbank 1861 p. 139, 202/3 (als „ovaries" von *Diplodemia vesiculata,* der späteren *Chalina oculata* Topsent 1888, beschrieben); von Topsent 1888 p. 1299 und 1900.

Chalina gracilenta von Topsent 1888, 1900 (identisch mit *Avercochalina gracilenta?*).

Cladorrhiza abyssicola Sars, nach Topsent 1909 p. 3 sind Lundbecks (1905) Embryonen echte Gemmulae.

Cladorrhiza tenuisigma Lundbeck, Topsent 1909 p. 8.

Cladorrhiza grimaldii Topsent, Topsent 1909 p. 10.

Cliona vastifica von Topsent 1887, 1888, 1900 p. 17, p. 65—67, 223... Hierher gehört vielleicht auch eine Angabe Ryders 1879 über gemmulaartige Körper, „gemmules or eggs", bei einem „boring sponge".

Prosuberites epiphytum von Topsent 1900 p. 283/4.

Suberites domuncula, von Carter 1883 p. 32—34 wird schon eine Gemmulaschicht „ovigerous layer" auf einer von *Suberites* umhüllten *Turritella*schale beschrieben und abgebildet; von Topsent 1888, 1900 p. 17, 65, 230; von Cotte 1902 p. 1493—5 (Experimentell-Biologisches).

Suberites carnosus von Topsent 1888, 1900 p. 241, 17, 65.

Ficulina ficus, schon Boverbank hat anscheinend die Gemmulae von Ficulina gesehen, 1864 p. 191 (seine *Hymeniacidon suberea = Ficulina ficus);* weitere Mitteilungen von Topsent 1888 (sein *Suberites ficus = Ficulina ficus*), und Topsent 1900 p. 17, 65, 223/4.

Terpios fugax von Topsent 1900 p. 65.

Gemmulaähnliche Körper, deren Gemmulanatur jedoch nicht sicher feststeht, wurden beschrieben von

Cladorrhiza (?) tridentata, Ridley und Dendy 1887 p. XXXV, XXXVI, Taf. XLIX (beschrieben als „globular bodies").

Geodia gibberosa Boverbank 1864 p. 169/170.

Pachymatisma Johnstoni Boverbank 1864 p. 172.

Eucheliplura pristina Topsent 1909 p. 19.

Gellius gemmuliferus Breitfuß 1912 p. 77. „Kugelige Kieselgebilde ... im Fleisch, besonders in der Region der inneren Kanäle"; aus der Beschreibung (Kieselgebilde soll wohl Spongingebilde heißen?) und der Abbildung ist nicht zu entnehmen, ob Breitfuß' Annahme richtig, daß es sich um Gemmulae handele.[1])

Desmarella hamifera Lundbeck 1902.

Desmarella groenlandica Lundbeck 1902.

Pachychalina caulifera Lundbeck 1902 p. 8/9.

---

[1]) Auf die Breitfuß'sche Mitteilung machte mich freundlichst Herr Dr. Mielck von der Königlich Biologischen Anstalt Helgoland aufmerksam, ihm bin ich auch für leihweise Überlassung des Separatums dankbar.

Die gemmulaähnlichen Körper bei *Tethya lyncurium* „rundliche oder ovale ... scharf begrenzte Haufen von körnigen, stark tingierbaren Zellen" in den Distalkegeln von *Tethya* und die „von ähnlichen Elementen erfüllten ... kugligen Chitinkapseln" (Lendenfeld) in deren Terminalflächen, die schon Lieberkühn 1859 p. 519—523 beschrieb, zuletzt Lendenfeld 1898 p. 24/5 und Sollas 1902 p. 215/6 erwähnen, möchte ich mit Topsent 1900 p. 17 für echte Gemmulae halten. Meist werden sie mit der Brutknospenbildung bei *Tethya* in Zusammenhang gebracht. Ich hoffe, später einen Beitrag zur Lösung der Frage der Gemmulation und Brutknospenbildung bei *Tethya* (nach Untersuchungen an geeignetem Barentssee-Material) bringen zu können.

Verschiedentlich sind bei marinen Spongien, auch bei Hexactinelliden freie Archäocytenaggregate (siehe unten p. 302) gefunden worden, so von Wilson 1891, 1894; Vosmaer and Pekelharing 1893; Jjima 1901 („archäocyte-congeries"); F. E. Schulze 1904 („Sorite"). Möglicherweise haben wir hier Entwicklungsstadien von Gemmulis vor uns (siehe unten p. 302).

Nicht unerwähnt möchte ich die auffallende Tatsache lassen, daß in manchen größeren Spongienmonographien Angaben über Gemmulation mariner Monaxonier gänzlich fehlen. Weder Ridley und Dendy 1887, noch Thiele 1898 oder Lendenfeld 1898 scheinen Gemmulae beobachtet zu haben.

Biologisches über *Ficulina ficus.*

Ficulina ficus Linné ist ein Monaxonier, zum Subordo der Clavulinen gehörig.

Das Skelett besteht aus Megaskleren und Mikroskleren.

Die Megaskleren kommen als Tylostyle und Style vor, d. h. als nadelförmige Kieselstäbe, die an dem einen Ende zugespitzt, an dem anderen abgerundet sind (Style Fig. Ab); oder als Stecknadelformen, Stabnadeln, die an dem abgerundeten Ende noch eine Anschwellung zeigen (Tylostyle Fig. Aa, c—g).

Die Mikroskleren treten als centrotyle Mikrorhabde auf, d. h. als stabförmige, oft etwas gebogene glatte Mikroskleren, die in der Mitte, seltener an andern Stellen, eine Anschwellung zeigen. Der Besitz von Mikroskleren unterscheidet *Ficulina ficus* von *Suberites,* einer Clavulina, die nach Form und Farbe, vor allem durch die Symbiose mit einem Paguriden (s. u.) mit Ficulina identisch erscheint.

Da ich hinsichtlich der Form der Skelettelemente, ihrer äußeren Gestalt und Gemmulation bei den mir vorliegenden Exemplaren der Nordsee anscheinend typische Unterschiede von denen der Barentssee fand, will ich beide Formen getrennt beschreiben, ohne mich jedoch hier auf nähere systematische Erörterungen einzulassen.

a) Die Ficulinen der Nordsee.

Unter den Skleren der Nordseeformen fand ich fast nur Tylostyle. Nur vereinzelt sah ich die einfacheren Style. Die Form der Tylostyle erscheint bei den Nordseeformen kürzer und gedrungener als bei den Ficulinen der Barentssee; ebenso zeigen die Mikroskleren eine

gedrungenere Gestalt; eine Erscheinung, die mir besonders auffiel, da umgekehrt Lendenfeld (1898 p. 126) feststellte, daß *Suberites domuncula* um so größere Nadeln besitze, in je wärmerem Wasser er lebt.

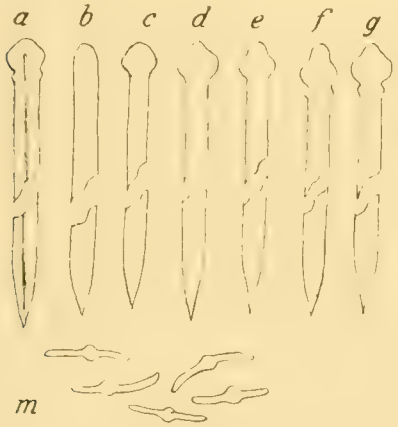


Fig. A. *Ficulina ficus* Linné. (Exemplar der Nordsee).
a—g Megasklere:
a Tylostyl, häufigste Sklerenform der Nordsee-Ficulinen;
c—g weniger häufige Tylostyle-Formen;
b Styl, seltenere Sklerenform der Nordsee-Ficulinen;
m Mikrosklere, centrotyle glatte Mikrorhabde.
Alle Skleren sind kürzer und gedrungener als die entsprechenden Gebilde der Barents-See-Ficulinen.

Die mir vorliegenden Nordsee-Ficulinen hatten vorwiegend die Form kugliger oder länglich runder Klumpen (Fig. 1—4 Taf. IV), so daß sie äußerlich *Suberites domuncula* Nardo vollkommen glichen und nur durch den Besitz der centrotylen Mikrorhabde von jenen unterscheidbar waren.

Alle Ficulinen der Nordsee traf ich in Symbiose bezw. Synökismus mit einem Paguriden, meist *Eupagurus pubescens,* oft *Eupagurus bernhardus. Eupagurus pubescens,* den ich in der Barentssee häufig in leeren Gastropodenschalen fand, scheint — soweit ich bisher aus dem Material entnehmen konnte — dort nicht mit *Ficulina* in Symbiose zu leben. Der Paguride steckt im Leben nur mit seinem weichen spiralig gedrehten Hinterleib in der Behausung (vergl. für *Suberites domuncula* Celesia 1893 Taf. V); nach der Konservierung oder reizt man ihn sonst irgendwie, zieht er sich fast ganz in sie zurück, so daß man dann nur noch die beiden ungleich starken Scheren aus der Pforte herausschauen sieht (Fig. 1 Taf. IV).

Durchschneidet man den Schwamm in günstiger Richtung, so findet man — nach meinen Untersuchungen in jedem Exemplar — im Innern, von Schwammsubstanz ganz umgeben, eine Gastropodenschale (Taf. IV Fig. 2—5, 8). Sie dürfte die ursprüngliche Behausung des Paguriden darstellen. Ein Schwamm findet sich anfänglich zumeist wohl noch nicht auf der Schale, die sich der Krebs als Wohnung aussucht; ich schließe es aus einem Befunde, den ich in der Barentssee machte, die Kurre brachte an einer Stelle eine Menge spongienfreier kleiner Gastropodenschalen *(Margarita)* herauf, in deren jeder ein kleiner Pagurus steckte.

Jedenfalls finden wir aber in späteren Stadien die Schale meist mit einer Clavulina besiedelt, mit *Ficulina ficus* oder *Suberites domuncula.* Mit der Zeit umwächst der Schwamm die ganze Schale allseitig; sie wird dadurch unsichtbar.

Gleichzeitig wächst der Paguride, hält sich dabei aber stets einen Eingang zu seiner Behausung frei.

Der Krebs besitzt nun einen in eigenartiger Weise im Sinne der von ihm bewohnten Schneckenschale spiralig gedrehten Bau. Daher wird auch der bei dem gleichzeitigen Wachstum von Spongie und Krebs sich stetig vergrößernde Hohlraum im Schwamm eine spiralige Drehung zeigen, und zwar im gleichen Sinne wie die Gastropodenschale gedreht sein (Taf. IV Fig. 2, 3, 8).

Dadurch erscheint der nur von Schwammsubstanz gebildete Teil der Paguridenwohnung als eine Fortsetzung des Gastropodenschalenganges (Taf. IV Fig. 3, 4, 8). Beide bilden einen einheitlichen Spiralgang, dessen columella gleichfalls geometrisch als Einheit erscheint, da auch die columella des Spongienspiralganges die direkte Fortsetzung der Gastropodencolumella ist. (S. auch Celesia 1893 Taf. VI u. VII.)

Wohl durch diese Erscheinung ließen sich frühere Beobachter zu der Annahme verleiten (die sich noch in Jennis Synopsis 1886 vertreten findet), daß die Gastropodenschale mit der Zeit von der Spongie (oder dem Paguriden?) aufgelöst würde. Schon von Celesia (1893) und Lendenfeld (1898) wird diese Annahme für Suberites als irrig zurückgewiesen. Ebenso ergaben meine Befunde für Ficulina ihre Unhaltbarkeit: alle von mir untersuchten Ficulinen hatten im Innern eine wohlerhaltene Gastropodenschale; Spuren einer beginnenden Auflösung konnte ich in keinem Falle erkennen und solche müßten sich doch, falls die Annahme zu Recht bestünde, an Exemplaren der Fig. 2, 3, 8 nachweisen lassen! Läßt doch hier die weite Ausbildung des nur von Schwammsubstanz gebildeten Spiralganges erkennen, daß schon sehr lange ein ev. schalenlösendes Moment vom Schwamm oder Pagurus aus hätte einwirken können.

Die Schwammsubstanz, die den freien Spiralgang bildet, besteht, wie auch die Figg. 2, 3 bzw. 8 Taf. IV sehr gut erkennen lassen, aus dichterem, festerem Gewebe. Bei vorsichtiger Präparation gelingt es leicht, den gesamten Spiralgang freizupräparieren, ein Umstand, der die Annahme einer Schalenauflösung begünstigt haben mag.

Die Gastropodenschalen, die ich in den Nordseeficulinen fand, waren:

Fusus, Buccinum, Aporrhais pes pelekani, Pleurotoma, Cerithium? (Fig. 8), *Natica* (Taf. IV Fig. 2, 3), *Litorina? Nassa, Turritella* (Taf. IV Fig. 4, 5).

b) Die Ficulinen der Barents-See.

Die Megaskleren der Barentsseeformen waren in der Mehrzahl Style. Tylostyle waren seltener, ihre Anschwellung an dem abgerundeten Ende viel weniger regelmäßig als bei den Tylostylen der Nordseeformen. Durchweg zeigten sich die Megaskleren länger und schlanker gebaut als die analogen Gebilde der Nordseeformen (vergl. p. 292).

Die centrotylen Mikrorhabde waren z. T. die gleichen wie die der Nordseeformen, z. T. waren auch sie schlanker und vor allem spitzer gebaut.

Die Gestalt der Barentsseeformen zeigte sich wesentlich verschieden von denen der Nordseeformen. Die an *Suberites domuncula* erinnernde Form länglich runder Klumpen fand ich nicht vor. Fast alle Exemplare der Barentssee hatten eine länglich abgeplattete Gestalt (Taf. IV

Fig. 6, 7), sie waren bedeutend größer als die Nordseeformen (bis 18 und mehr cm lang). Meist machten sie sich auf weithin durch einen penetranten Geruch nach Phosphorwasserstoff und mitunter Schwefelwasserstoff unangenehm bemerkbar. („Une odeur phosphorée" erwähnt Topsent 1900 p. 229 für *Suberites domuncula*, ich habe ihn bei *Suberites* bisher nicht bemerkt.)

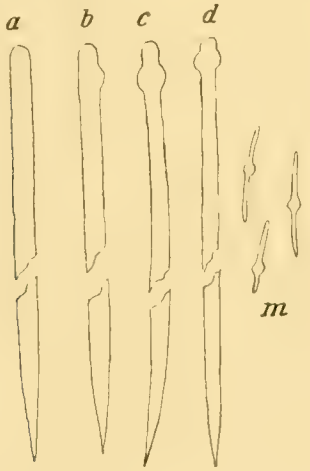


Fig. B. *Ficulina ficus* Linné. Exemplar der Barents-See.
a—d Megasklere;
a Styl, häufigste (?) Sklerenform der Barents-See-Ficulinen;
b—d Tylostyle;
m Mikrosklere, centrotyle glatte Mikrorhabde.
Alle Skleren sind schlanker und länger als die entsprechenden Gebilde der Nordsee-Ficulinen.

Symbiose mit Paguriden habe ich bei den Ficulinen der Barentssee bisher nicht feststellen können. Die Barentssee-Ficulinen besitzen eine Vorliebe für bivalve Mollusken. Die Mehrzahl der Schwämme war auf *Astarte* (Taf. IV Fig. 7) gewachsen; es handelt sich wohl ausschließlich um Astarte borealis (Synonym: Tridonta borealis, Astarte arctica). Die meisten der Astarten lebten noch. Vielleicht ist darauf zurückzuführen, daß *Ficulina ficus* nie die Bivalvenschale allseitig umwächst, wenigstens habe ich dies bei keinem der von mir in der Barentssee beobachteten Exemplare gesehen. In den meisten Fällen war der Schwamm auf der Schloßseite des Mollusk aufgewachsen, die Wachstumsrichtung ging von dem Mollusk weg, so daß die freien Schalenenden nie von Schwammsubstanz bedeckt waren.

Außer Astarte wurden auch andere Bivalven als Unterlage benutzt; häufig saß Ficulina auf Steinen (Taf. IV Fig. 9), seltener auf einer Gastropodenschale. An zwei besonders geeigneten Stationen der Barentsseefahrt des „Poseidon" untersuchte ich das Ficulina-Material statistisch hinsichtlich der als Unterlage dienenden Gegenstände. Genaueres ist aus der beigegebenen Tabelle ersichtlich, die einen Auszug meines Protokolls darstellt (p. 296):

Daß mit Vorliebe Bivalven, zumal Astarte als Unterlage verwandt wird, geht aus der Tabelle deutlich hervor. Ob das Überwiegen der Astarte ein rein zufälliges ist, indem die mit Ficulinen bewachsenen Gegenstände an sich im gleichen Mengenverhältnis dort am Meeresboden sich vorfinden, oder ob aus besonderen Gründen tatsächlich eine Auswahl von dem Schwamm getroffen wird hinsichtlich dessen, worauf er sich ansiedelt, konnte ich nicht entscheiden.

Noch eine zweite interessante Tatsache, die aus der Tabelle ersichtlich, möchte ich hervorheben: Die bedeutsame Rolle, die anscheinend den Spongien in der Barentssee zukommt. Von einer Spezies kommen auf einem doch recht erheblich kleinen Gebiet —

Datum				14. 7. 1913		18. 7. 1913	
Stationsnummer				43		55	
Position		N-Breite		68° 56'		68° 53'	
		O-Länge		43° 6'		43° 28'	
Bodentiefe				67 m		60—64 m	
Tiefenwasser (aus 60 m)		Salzgehalt		34,27			
		Temperatur		— 0,58		— 0,87	
Kurrzeit				1 Stunde		1 Stunde	
Als Unterlage dienten:	Bivalven	*Astarte*	Mit lebendem Mollusk	bei	126	110	Ficulinen
			leere Schalen	„		22	„
		Mytilus		„	1	—	„
		Cyprina		„	1	—	„
		Pecten		„	1	—	„
	Gastropoden	*Fusus*		„	2	—	„
		Unbest. Gastropoden		„		4	„
	Steine			„	34	2	„
Innen im Schwamm wurden Gastropoden gefunden				„	3		„
Die Unterlage war losgerissen, aber noch deutlich das frühere Vorhandensein einer solchen erkennbar				„	13	12	„
Eine Andeutung einer Unterlage war nicht mehr erkennbar				„	36	9	„
Gesamtzahl der gefundenen *Ficulina*				214		159	
Gewicht derselben				33 kg		21 kg	

die große Kurre hatte bei sehr langsamer Fahrt eine Stunde geschleppt — in dem einen Fall 21 kg, in dem andern sogar 33 kg vor. Eine wahrhaft erstaunliche Menge! (Das Gewicht wurde bestimmt, nachdem die Schwämme zwölf Stunden in der Sonne gelegen hatten.)

Die Gemmulae von *Ficulina*

im Vergleich mit den Gemmulis der Spongilliden.

Gemmulae fand ich mit Ausnahme eines Falles bei allen zur Beobachtung gelangten Ficulinen der Nordsee und bei all denen der Barentssee, die noch auf der Unterlage festsaßen.

Am weitaus häufigsten kommen sie vor in Form einer dicht gedrängten Schicht eng aneinander gepreßter Gemmulae, die in gleichmäßiger Dicke bei *Ficulina* den vom

Schwamm bewachsenen Teil der Unterlage (Taf. IV Fig. 6, 9), bzw. die umwachsene Gastropodenschale allseitig bedeckt (Taf. IV Fig. 2—5, 8).

In einer zweiten bisher unbekannten Form — als frei im Schwammkörper an mehreren Stellen vorkommende rundliche Aggregate gleichfalls dicht gedrängter Gemmulae — fand ich sie bei mehreren *Ficulinen* der Barentssee, und zwar bei solchen mit oder ohne Unterlage (Taf. VII Fig. 27—35, Fig. K).

In beiden Formen unterscheiden sie sich von den Gemmulis der *Spongilliden,* die stets als isolierte, freie, einzelne voneinander getrennte Gemmulae vorkommen (Fig. D) und zwar meist in den unteren, d. h. den der Spongilliden-Unterlage nächstgelegenen Partien des Schwammes auftreten.[1])

Ich sehe hier ab von wenigen unsicheren Angaben über ein Vorkommen freier Einzelgemmulae nach Art der Spongillidengemmulae bei marinen Schwämmen, über die unten (p. 301) näher berichtet werden soll.

Die Gemmulaschicht der Spongienunterlage.

Die Gemmulaschicht als Ganzes.

Bei den Ficulinen der Nordsee und Barentssee zeigt die Gemmulaschicht das gleiche, oben angegebene Aussehen. Eine dichte Schicht eng aneinander gedrängter Gemmulae überzieht in gleichmäßiger Dicke fast den gesamten von Schwammsubstanz bewachsenen Teil der Unterlage (Taf. IV Fig. 2—9).

Art und Beschaffenheit der Unterlage scheint keine Rolle zu spielen. Gastropoden- und Bivalvenschalen (Taf. IV Fig. 2—8), auch die Steine (Taf. IV Fig. 9) zeigen die Gemmulaschicht in gleicher Weise. Selbst die oft den Molluskenschalen aufsitzenden Balani und Wurmröhren werden mit Gemmulis bedeckt.

Im allgemeinen sitzt die Gemmulaschicht der Unterlage sehr fest auf, so daß es leicht gelingt, das Schwammgewebe von der auf der Unterlage verbleibenden Schicht loszupräparieren. Nur von den Balanusgehäusen lösten sich die Gemmulae leicht los.

Die Dicke der Gemmulaschicht ist bei demselben Exemplar auf der gesamten Unterlage ziemlich gleichmäßig, bei verschiedenen Exemplaren naturgemäß verschieden, je nach den vorliegenden Altersstadien. Ich sah einfache Schichten und solche, bei denen bis zu 4 Gemmulaelagen übereinandergeschichtet waren (Taf. VI Fig. 22). Letzteres kam jedoch seltener vor.

Die einzelnen Gemmulae.

1. Morphologisches.

Die Farbe der Gemmulae ist — wie bei den *Spongilliden* — ein dunkles, schmutziges Gelb bis braun. Eine Änderung in der Färbung trat bei der Konservierung nicht ein.

[1]) Weltner 1900 beschreibt bei einem Süßwasserschwamm von Amboina, bei *Ephydatia multidentata*, „Luftkammern, die untereinander verschmelzen können, doch kommt es nicht zu Gemmulagruppen“ (nach dem Zoolog. Jahresbericht für 1900).

Die Größe der einzelnen Gemmulae variiert sehr stark, scheint aber innerhalb gewisser Grenzen konstant für die beiden Lokalformen.

Ihr Größenunterschied bei den Nordsee- bzw. Barentssee-Ficulinen geht aus Fig. 5 u. 9 Taf. IV deutlich hervor. Die *Ficulina* der Barentssee (Fig. 9 Taf. IV) weist Gemmulae bis über 1 mm Durchmesser auf; die Gemmulae der Nordseeformen (Taf. IV Fig. 5 u. 8) sind bedeutend kleiner, obschon die angewandte Vergrößerung der Fig. 5 u. 8 eine stärkere ist als die der Fig. 9.

Die gleichen Figuren, noch besser Textfigur C, lassen deutlich auch die Größenverschiedenheit der einzelnen Gemmulae desselben Exemplars erkennen. Die Grenzen,

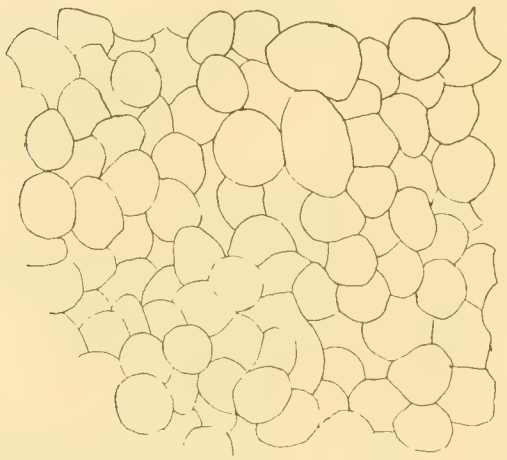


Fig. C. *Ficulina ficus* Linné. Exemplar der Nordsee. Form- und Größenverschiedenheit der einzelnen Gemmulae der von der Unterlage frei präparierten Gemmulaschicht; von unten gesehen. Obj. 2. Ok. I. Zeich.-App. n. Abbé.

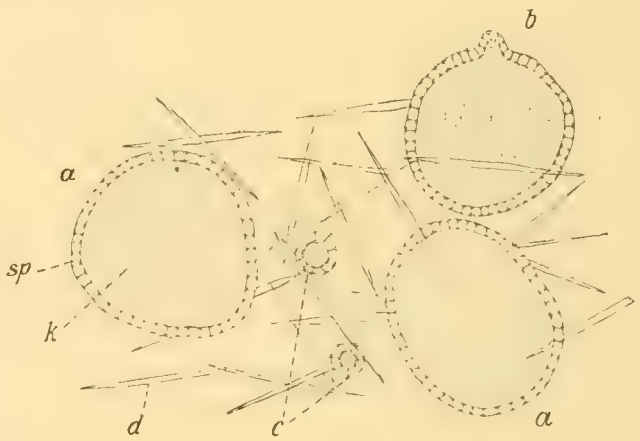


Fig. D. *Ephydatia fluviatilis* (Exemplar aus der Lahn bei Marburg).
a Normale Gemmula;
b—c Anomalieen;
b Unregelmäßigkeit in der Kapselbildung;
c Zwerggemmula mit sonst regelmäßiger Kapselbildung;
d Makroskleren, diactine Amphioxe;
sp doppelte konzentrische Sponginkapsel mit Amphidiskenbewaffnung;
k Gemmulakeimkörper.

innerhalb deren die Gemmulagröße eines Exemplars variieren kann, sind dabei ziemlich beträchtlich (Fig. 9 Taf. IV Textfig. C) — zum Unterschied von den *Spongilliden,* die innerhalb der Art nur ganz geringe Schwankungen des Gemmuladurchmessers zeigen — der in Fig. D wiedergegebene Fall relativ sehr kleiner, normal ausgebildeter Zwerggemmulae Dc von *Ephydatia fluviatilis* dürfte eine Seltenheit sein.

Noch mehr als die Größe variiert die Gestalt der marinen Gemmulae. Die normalen Spongillidengemmulae zeigen stets Kugelform, selten nur trifft man Unregelmäßigkeiten der in Textfig. Db dargestellten Art. Sie sind als Anomalitäten aufzufassen. Die Anordnung der marinen Gemmulae in dichtgedrängter Schicht bedingt dagegen eine große

Formverschiedenheit. Es überwiegen unregelmäßig abgerundete, kugelige, elliptische, oft polyedrische Formen. Taf. IV Fig. 5, 9, Taf. VI Fig. 22—24, Taf. VII Fig. 29—35, Textfig. C. Die zunächst der Unterlage liegenden Gemmulae sind meist halbkugelförmig (Taf. VI Fig. 22 bis 25, Textfig. C), sie passen sich der Unterlage genau an (Fig. K). Auf sie setzen sich, ohne daß sich dabei eine besondere Anordnung erkennen ließe, die andern Gemmulae auf, immer paßt sich dabei der proximale Teil der jeweiligen Unterlage an, zeigt der distale Teil die Halbkugelform (Fig. K, Taf. VI Fig. 22, 26).

2. Histologisches.

Der histologische Bau der Gemmulae mariner Spongien ist in den Grundzügen der gleiche wie der der Spongilliden. In beiden Fällen besteht die Gemmula aus einem zelligen Keimkörper und einer diesen umhüllenden Chitin- bzw. Sponginkapsel. In Einzelheiten sehen wir zumal im Bau der Sponginkapsel typische Unterschiede.

Die Gemmulakapsel.

Die Sponginkapsel der Spongillidengemmulae besteht aus zwei Sponginmembranen, die konzentrisch zueinander liegen. Zwischen diesen findet sich eine „Luftkammerschicht" von unregelmäßig wabigem Bau (Taf. V Fig. 16—19, Textfig. D).

Ein nur durch eine dünne Sponginlamelle verschlossener Porus (Fig. 17 Taf. V) kann zur gegebenen Zeit die Keimmasse austreten lassen.

Die Festigkeit der ganzen Kapsel wird erhöht durch mehr oder weniger zahlreiche Mikroskleren, dornige Mikrorhabde (Fig. 18) bzw. Amphidisken (Fig. 19) verschiedener Form, die je nach der Species in regelmäßiger oder unregelmäßiger Anordnung die beiden Sponginlamellen bewaffnen (Taf. V Fig. 16, 18, 19, Textfig. D). Die einzelnen Spongillidenspecies zeigen hinsichtlich des Kapselbaues arttypische Verschiedenheiten, auf die ich an dieser Stelle nicht näher einzugehen brauche.

Für die Gemmulakapsel aller marinen Spongien scheint zunächst das Fehlen eines Porus charakteristisch. Ein solcher wurde bisher noch bei keinem Meeresschwamm beobachtet.

Desgleichen scheint bei allen marinen Gemmulis eine Luftkammerschicht zu fehlen. Die Gemmulakapsel besteht hier nur aus einer Sponginmembran (Taf. VI Fig. 22 bis 25, Textfig. C). Diese zeigt meist einen lamellös geschichteten Bau. Häufig erkennt man zwei verschieden stark färbbare Schichten (Taf. VI Fig. 22—24, 26, Textfig. E, F); je nach der angewandten Färbmethode ist die äußere oder die innere der Schichten stärker tingiert (Fig. 22 und 24 der Taf. VI).

Die Kapseldicke der reifen Gemmulae wechselt innerhalb geringer Grenzen; Verschiedenheiten, die für die Species charakteristisch wären, konnte ich hierbei nicht finden. Die der Unterlage direkt aufliegende Sponginplatte ist fast stets dünner als der distale halbkugelförmige Kapselteil (Taf. VI Fig. 21), sie erscheint meist als Fortsetzung dessen innerer Kapselschicht.

Innen hat die Chitinkapsel eine glatte Oberfläche, außen weist sie, bei den Nordseeformen fast stets erkennbar, eine Zeichnung auf, die auf Querschnitten mehr oder weniger deutliche warzenartige Erhöhungen bildet (Taf. VI Fig. 22, 23, 24, Textfig. E, F). Bei der *Ficulina* der Barentssee scheint auch die äußere Kapselfläche glatt zu sein.

Für die Gemmulae vieler (der meisten?) marinen Spongien dürfte auch das Fehlen jeglicher Art von Skleren, selbst der für die Kapselfestigung der *Spongillidengemmulae* so typischen Mikroskleren, ein charakteristisches Merkmal darstellen.

Nach Topsent 1900 findet man die gewöhnlichen Nadeln des Schwammes in den Gemmulis von *Cliona vastifica, Prosuberites epiphytum, Chalina oculata* und *gracilenta;* außer den Ankern und Styli des Schwammes besitzen nach Topsent 1909 die Gemmulae von *Cladorrhiza* auch noch Sigmata, die nur den Gemmulis zukommen (?).

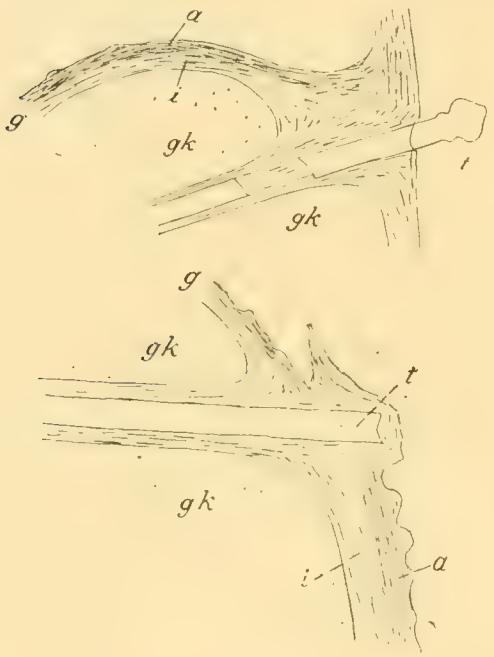


Fig. E und F. *Ficulina ficus* Linné. Exemplar der Nordsee.
g Gemmulakapsel mit zufällig liegengebliebenen Tylostylen (t), die wie Fremdkörper innerhalb der Gemmula mit Spongin eingehüllt werden und zu einer Kapselfestigung in keiner Beziehung stehen;
a äußere, i innere } Schicht der Sponginkapsel;
gk Gemmulakeimkörper.

„Gemmules inermes", die weder im Innern, noch in ihrer Sponginkapsel Skleren aufweisen, besitzen nach Topsent 1900 *Suberites domuncula, Suberites carnosus, Ficulina ficus* und *Terpios fugax.*

Ficulina besitzt demnach „Gemmules inermes", was ich nach meinen Untersuchungen vollauf bestätigen kann. Mitunter findet man Tylostyle in der Kapsel, doch handelt es sich hier offenbar um zufällig liegengebliebene Skleren, die von der Gemmula als Fremdkörper betrachtet und demgemäß stets mit einer Sponginschicht bedeckt werden (Taf. VI Fig. 23, 24, Textfig. E, F). Die Sponginschicht, die eine beträchtliche Dicke erreichen kann (Fig. E), überzieht dabei immer nur den innerhalb der Gemmula befindlichen Sklerenteil (Textfig. F). Eine Bedeutung als Stützmittel kann ihnen, wie schon ihre freie Endigung im Gemmulakeimkörper zeigt (Fig. 23 u. 24), nicht zukommen.

Selbst die Mikroskleren, die centrotylen Mikrorhabde, scheinen nie zur Erhöhung der Kapselfestigkeit verwandt zu werden, was immerhin in Analogie zu *Spongilla lacustris* sehr nahe läge.

Ob bei den frei im Schwammgewebe, einzeln liegenden Spongillidengemmulis ein erhöhtes Schutzbedürfnis vorliegt, das zur Festigung der Sponginkapsel durch die Skleren Veranlassung gegeben, ließe sich vermuten. Die einzelnen Spongillidengemmulae werden durch Strömungen fortgetrieben und sind naturgemäß mechanischen Insulten viel mehr ausgesetzt als die festsitzenden marinen Gemmulae. Letztere bleiben stets auf ihrer Unterlage, durch sie genießen sie schon einen beträchtlichen Schutz; andrerseits dürfte ihnen der wohl nach den mechanischen Gesetzen der Gewölbekonstruktionen ausgeführte Kapselbau (Taf. VI Fig. 22—24) genügende Druckfestigkeit gewähren.

Wie das Fehlen von Kapselskleren ist vielleicht auch dasjenige einer Luftkammerschicht bei den marinen Gemmulis in ihrer Sessilität begründet. Bei den Spongilliden dürfte eine Erhöhung der Schwebfähigkeit durch die Luftkammerschicht erzielt, und so deren Verbreitungsmöglichkeit wesentlich gesteigert werden.

Auch einige marine Spongien sollen Gemmulae besitzen, die nach Art der Spongillidengemmulae als frei isolierte Einzelgemmulae meist nahe der Unterlage vorkommen. Topsent gibt 1900 p. 65 solches für *Cliona vastifica,* 1909 für *Cladorrhiza* und Breitfuß 1912 solches für *Gellius gemmuliferus* an; auch die gemmulaähnlichen Körper bei *Tethya* würden hier anzuführen sein (vergl. p. 297 u. 292). Wenn es sich in den Fällen um echte Gemmulae handelt, ist vielleicht der Hinweis von Interesse, daß diese freien Gemmulae mariner Schwämme Skleren besitzen sollen. Ob bei ihnen auch eine Luftkammerschicht vorhanden, ist den Angaben nicht zu entnehmen, da jede nähere Beschreibung fehlt.

Der Gemmula-Keimkörper.

Der Keimkörper der marinen Gemmulae zeigt keine nennenswerten Unterschiede von dem der Spongilliden. Er besteht in beiden Fällen aus einer dichtgedrängten Masse polygonal abgeplatteter Zellen, die mit Dottersubstanz beladen und darum stark färbbar sind (Taf. V Fig. 12, Taf. VI 16, 26). Die Dottermassen füllen, zumal in den reifen Gemmulis, die Keimzellen so prall an, und pressen diese dadurch so eng aneinander, daß alle Zellgrenzen verwischt werden und der Keimkörper als eine feinkörnige dotterreiche Masse sich darstellt (Fig. D, Taf. VI Fig. 16, 22). Zellkerne, wie die der *Archäozyten* bläschenförmig mit deutlichem Nukleolus (s. u. pag. 302 u. Fig. g), sind in den noch dotterärmeren Keimzellen der jüngeren Gemmula-Entwicklungsstadien (Taf. V Fig. 12) in jeder Zelle sichtbar, in den späteren Stadien werden sie durch das zunehmende Dottermaterial immer mehr verdeckt, so daß sie auf Schnittbildern durch reife Gemmulae nur in den günstigsten Fällen noch zu erkennen sind.

Unterschiede finden wir hinsichtlich der Beschaffenheit des Dottermaterials. Bei den Spongilliden füllen grobschollige, mit Hämatoxelin sehr stark tingierbare Dotterelemente von der in Fig. 20 Taf. VI wiedergegebenen Gestalt die Zellen an; bei *Ficulina* sind die Dotterschollen kugliger, bedeutend kleiner, Farbstoffe nehmen sie nicht in dem starken Maße auf wie

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

bei den Spongilliden; dadurch erhalten die Gemmulakeimzellen ein bedeutend feinkörnigeres Aussehen, Fig. 26 Taf. VI.

Die Zahl der Kerne in den einzelnen Keimzellen konnte ich bei den marinen Gemmulis noch nicht endgiltig feststellen. Von den Spongilliden weiß man schon länger, daß die Gemmulae häufig (vielleicht konstant in bestimmten Reifestadien?) doppelkernige Keimzellen enthalten (Fig. 20 Taf. V). Wie die Doppelkernigkeit zustande kommt, war mir auch für die Spongilliden noch nicht möglich zu entscheiden. Mitosen habe ich nie gefunden, obwohl sie in den Keimzellen weniger leicht zu übersehen sein dürften, als Kerne im Ruhestadium; mehrfach fand ich dagegen bei den Spongilliden Kernbilder, wie sie die Fig. 21 a—e Taf. VI wiedergeben; man dürfte darnach wohl vermuten, daß bei den Spongilliden die Doppelkernigkeit der Gemmulakeimzellen durch amitotische Kernteilung zustande kommt.[1])

3. Entwicklungsgeschichtliches.

Wie der Bau der Gemmulae, scheint auch die Gemmulaentwicklung im Prinzip die gleiche bei Spongilliden und marinen Spongien.

Die Gemmula geht hervor aus einer Ansammlung von Archäocyten, Zellen mit relativ dunkel tingiertem Plasma und bläschenförmigem Kern mit Nukleolus (Taf. V Fig. 10, Taf. VI, 26, Fig. Ga, b. . . .) Das Zellkonglomerat besteht zunächst aus wenigen Zellen, wächst aber durch Hinzuwandern neuer Zellen und Teilung der alten zu beträchtlicher Größe an, Fig. 10 Taf. V. In allen Stadien zeigen sich diese ersten Bildungsstadien der Gemmulae nur aus Archäocyten zusammengesetzt; Choanocyten, Skeroblasten, Skelettelemente oder gar intakte Geißelkammern fand ich in keinem der Archäocytenkonglomerate.

Fig. G. Die typischen, allen Spongien zukommenden, Schwammzellen. Schema.
1. a—b Gruppe der Archäocyten, Zellen mit dunklem, engwabigem Protoplasma.
Beispiel a Amoebocyten, ohne } Nahrungs (Dotter)-Material
b Thesocyt, mit }
2. c—d Dermale Elemente, Zellen mit hellerem, weitwabigerem Protoplasma und Kern mit verteiltem Chromatin.
Beispiel c Skleroblast,
d Pinacocyt.
3. e Gastralzellen, Choanocyt, Kragengeißelzelle.

Über die Zellnomenklatur vergleiche meine früheren Mitteilungen (1911 a p. 429—432). Man unterscheidet am besten drei Zellgruppen (vergl. Fig. G):

1. Archäocyten, dunkelplasmatische Zellen mit bläschenförmigem Kern und deutlichem Nukleolus:

[1]) Ich habe hierbei nur solche Bilder berücksichtigt, bei denen die Kerne in einem von Dottermaterial freien Plasmahof lagen, so daß hinsichtlich der Nukleolen eine eventuelle Verwechslung mit Dotterkörnchen ausgeschlossen wurde.

a) ohne Plasmaeinschlüsse = Amoebocyten,
b) mit Einschlüssen (Nähr- oder Dottersubstanz) = Thesocyten.

2. Dermale Elemente mit weitmaschigerem, hellerem Protoplasma und Kern mit verteiltem Chromatin ohne deutlichen Nukleolus.

Hierher gehören Pinacocyten, Collencyten, Silico- und Spongoblasten usw.

3. Gastrale Elemente, Choanocyten, Kragengeißelzellen, Kern meist mit verteiltem Chromatin.

Allmählich tritt in der Gemmulaanlage eine Differenzierung des Archäocytenmaterials auf, die schon Taf. V Fig. 10 darstellt. Ein Teil der Zellen wächst durch Aufnahme von Dottermaterial, ihr Protoplasma wird körnig und stärker tingierbar. Der Dotter nimmt die beschriebene Schollenform an und füllt die Zellen immer praller an, Taf. V Fig. 11. Diese dotterhaltigen Archäocyten ordnen sich in der Mitte an und sind die späteren Zellen des Gemmulakeimkörpers.

Ein anderer Teil der Archäocyten behält die ursprüngliche Protoplasmastruktur und ordnet sich an der Peripherie der Zellenmasse zu einem follikelartigen „Epithel" an (Taf. V Fig. 11, 12; Fig. 26).

Bei den *Spongilliden* ist dieses „Epithel" stets eine einfache, bei *Spongilla lacustris* besonders schematisch-regelmäßig angeordnete Zellenreihe. Die Zellen erscheinen zylindrisch, 2—3 mal so lang als breit auf dem Längsschnitt (Fig. 12, 14 Taf. V); prismatisch in Facettenanordnung auf dem Querschnitt (Fig. 13 Taf. V). Protoplasma- und Kernstruktur ist die der ursprünglichen Archäocyten.

Die proximalen Zellbasen schließen sich zu einer kontinuierlichen Basalmembran zur Abscheidung der inneren Sponginmembran der Gemmulakapsel (Fig. 12—15 u. 26). Ist diese abgeschieden, scheinen sich die Epithelzellen zu verlängern, an günstigen Schnitten erkennt man, wie das Protoplasma sich zentrifugal in die distalen Zellpartien zurückzieht: dieselbe Zellschicht schickt sich zur Abscheidung der zweiten äußeren Sponginmembran an (Fig. 14 und 12 Taf. V). Zwischen beiden Membranen bleibt die Luftkammerschicht, deren wabenartige Schaumstruktur (Fig. 19) so sehr an die Schaumstruktur des Protoplasmas erinnert, daß man fast vermuten möchte, die Luftkammerschicht sei aus dem beim Rückzug des Plasmas in die distalen Zellpartien zurückgebliebenen Schaumgerüst der Epithelzellen gebildet. An der äußeren Sponginmembran sah ich mitunter ein durch Spongin gefestigtes, dadurch wohl besser erhaltenes und so engmaschigeres Schaumgerüst (Fig. 19), ein Befund, der zur Stärkung dieser Vermutung beitragen dürfte.

Die Mikroskleren, die weiterhin zur Festigung der Sponginkapsel verwendet werden, die dornigen Mikrorhabden der Spongillengemmulae (Fig. 18) und die Amphidisken der Ephydatien (Fig. 19) werden nicht von den Epithelzellen gebildet, sondern entstehen außerhalb der Gemmulae in normalen Skleroblasten, von diesen werden sie unter Assistenz von Amoebocyten („Phorocyten") an ihren Bestimmungsort transportiert.

Bei den *Ficulinen* ist die Epithelschicht nicht so regelmäßig gebaut wie bei *Spongilla*, aber doch stets deutlich als solche erkennbar (Fig. 26).

Die Abscheidung der Sponginlamellen scheint aber hier anders zu erfolgen als bei den Spongilliden. Soweit meine Untersuchungen bisher ergaben, treten bei *Ficulina* stets zwei

Epithelschichten auf; die eine innen, die andere außen von der zu bildenden Chitinlamelle. In Fig. 26 ist nur die innere der beiden Epithelschichten dargestellt und die künstlich beim Schneiden losgerissene Sponginlamelle. Die Kleinheit der Zellen, der Gegensatz zwischen dem weichen Zellmaterial und dem harten, leicht splitternden Spongin bzw. dem gerade in den unteren Partien des Schwammes oft enorm dichten Nadelgewirr bringen für die Technik zu große Schwierigkeiten, nur wenige Schnitte sind daher für histologische Studien brauchbar. Infolgedessen konnte ich bisher noch keine sicheren Ergebnisse erlangen über die Art, wie die doppelte Epithelschicht bei den Suberiten sich herausdifferenziert, und wie in den Einzelheiten hier die Abscheidung der Sponginmembran vor sich geht. Offenbar dürfte sich eine Beziehung ergeben zwischen der zweifachen Epithelschicht und der Doppelschichtigkeit der einen Sponginmembran der marinen Gemmulae, vermutlich wird die innere Schicht der Sponginmembran auch von der inneren Epithelschicht ausgeschieden, die äußere von der distalen Epithelzellreihe. In der Vermutung wurde ich bestärkt durch die Tatsache, daß ich oft an dem der Unterlage aufsitzenden proximalen Teil der Gemmulae-Entwicklungsstadien eine deutlich er-

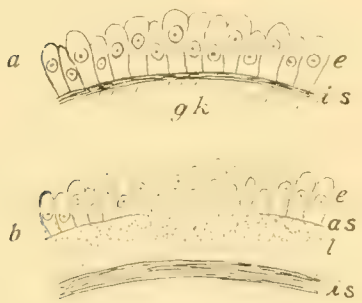
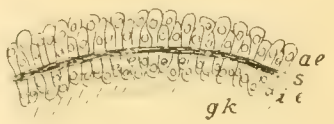


Fig. H. Schema der Spongin-Kapselbildung bei den Spongilliden-Gemmulis.
a Abscheidung der inner. Sponginkapsel (i s);
b Abscheidung d. äußer. Sponginkapsel (a s);
e epithelartig angeordnete, die Kapsel sezernierende Zellreihe;
g k Gemmulakeimkörper;
l Luftkammerschicht.

Fig. J. Schema der Sponginkapselbildung bei den Gemmulis von *Ficulina ficus*.
a e äußeres } sezernierendes Epithel;
i e inneres }
s Sponginkapsel, hier noch einfach, nicht doppelt erscheinend;
g k Gemmulakeimkörper.



kennbare epithelartige Schicht dotterfreier Zellen fand, die wohl die der Unterlage aufsitzende dünne Sponginplatte ausscheidet. Da letztere meist als Fortsetzung der inneren Schicht der halbkugelförmigen distalen Kapselmembran erscheint (p. 299, Taf. V Fig. 24), müßte man auf geeigneten Schnitten eine den Keimkörper rings umschließende kontinuierliche Epithellage erwarten dürfen. Bisher gelang es mir noch nicht, eine solche aufzufinden.

Jedenfalls dürfte sich aber als Unterschied hinsichtlich der Bildung der Sponginkapsel bei den Spongilliden und Ficulina das in Fig. H und J wiedergegebene Schema ergeben.

Die freien Gemmula-Aggregate.

Bisher noch nicht beobachtete Verhältnisse — soweit ich aus der Literatur entnehme — konnte ich gelegentlich der Studien an den Ficulinen der Barentssee feststellen. Bei der Bearbeitung des lebenden Spongienmaterials fand ich mitten im Schwammgewebe, fern von der Unterlage, einzelne sporadisch verteilte, vollkommen freie Aggregate dicht gedrängter Gemmulae.

In größerer oder geringerer Zahl können die freien Gemmulae-Aggregate in einem Exemplar vorkommen. Taf. VII Fig. 27, Fig. 28 stellen Schnitte zweier Exemplare von *Ficulina ficus* dar, in denen freie Gemmulapakete in besonders großer Zahl vorkommen. Fig. 28 zeigt vier Gemmula-Aggregate, Fig. 27 deren sogar sieben in einer Schnittfläche.

Die Größe der Aggregate wechselt wie ihre Gestalt. Ich sah kleine, die nur aus wenigen Gemmulis bestehen (Fig. 33, 34, 27); die kleinsten, die ich beobachtete, zählten drei Gemmulae; fand aber auch solche bis zur Größe einer Kaffeebohne (Fig. K). Ihre Gestalt ist meist kugelrund oder elliptisch (Fig. 27—35).

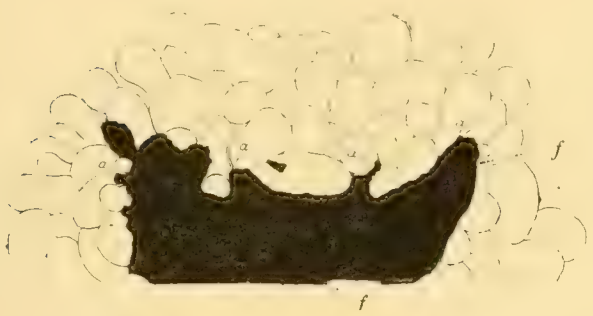


Fig. K. *Ficulina ficus* Linné. Exemplar der Barents-See.
Schnitt durch ein freies kernhaltiges Gemmulaaggregat (halbiert). Obj. 1. Ok. II. Zeich.-Prisma.
f Aus anorganischen (Sand?) Konkrementen bestehender Fremdkörper im Innern des Gemmulaaggregates;
a Vorsprünge des Fremdkörpers, an denen die Sponginkapseln mit Vorliebe ansetzen (von denen vielleicht ein die Sezernierung auslösender Reiz ausgeht).

Das Schwammgewebe in der Umgebung der Gemmula-Aggregate erscheint dichter und kompakter als gewöhnlich (Fig. 27—33 Taf. VII), ähnlich dem Gewebe, das den freien Spiralgang bei den Suberiten bildet. So erscheint in den Schnittbildern jedes Aggregat von einem hellen Hof kompakten, lumenlosen Schwammgewebes umgeben. Die Fig. 28, 29, 32, 33 lassen dies deutlich erkennen. Histologische Einzelheiten über das Zellmaterial dieser kompakten Hüllschicht konnte ich noch nicht untersuchen. Rasiermesserschnitte lassen erkennen, daß die Skleren dort in bedeutend geringerer Anzahl vorkommen als im normalen Gewebe.

Im Innern der Gemmula-Aggregate trifft man bei einem Teil derselben häufig einen Kern, der sich als ein Konkrement von Sandkörnchen oder irgend welcher anorganischer harter Fremdkörper erweist (Fig. 29—31, Textfig. K). Die Gestalt der ganzen Aggregate richtet sich naturgemäß nach der solcher Konkrementkerne, solange die ersteren noch aus wenigen Gemmulis bestehen. Doch scheint in allen Fällen die Tendenz zu Kugel- bzw. elliptischen Formen zu bestehen, wie dies aus den Fig. 29 und 31 hervorgehen dürfte.

Andere Gemmulaaggregate lassen im Innern keine derartigen Konkrementkerne erkennen, auch eine Andeutung eines solchen ist nicht zu finden; sie zeigen sich einzig und allein aus Gemmulis gebildet (Fig. 32, 33—35).

Diese kernlosen Gemmulaaggregate scheinen mir ein besonderes Interesse zu bieten. Man ist geneigt anzunehmen, daß bei den marinen Spongien entweder von der Unterlage, der im Schwamm verborgenen Gastropodenschale oder dem im Innern der Gemmulaaggregate befindlichen Konkrementkern — in jedem Falle also von einem Fremdkörper — ein die Gemmulabildung auslösender Reiz ausgehe. Wie ist dann aber die Bildung von kernlosen, einzig aus Gemmulis bestehenden Gemmulapaketen an einer beliebigen Stelle des Schwammkörpers zu erklären, bei denen ein solcher die Bildung auslösender Reiz in Gestalt irgend eines Fremdkörpers fehlt? Ich begnüge mich hier damit, die Frage aufzuwerfen und anzudeuten, daß uns sich hier vielleicht eine Brücke zeigen mag, die freien Einzelgemmulae der Süßwasser-Spongien und die sessilen, in dicht gedrängter Schicht angeordneten Gemmulae der marinen Spongien in nähere Beziehung zu bringen, die phylogenetisch von Bedeutung sein könnte.

Die einzelnen Gemmulae der Gemmulapakete liegen oft in recht dicken Schichten übereinander (Fig. K, Taf. VII Fig. 29, 32, 35). Hinsichtlich der Größe, Farbe und Gestalt zeigen sie ein gleiches Verhalten wie die einzelnen Gemmulae der auf der Spongienunterlage sitzenden Schicht.

Die Farbe ist gelbgrau bis braun; die Größe und Gestalt verschieden innerhalb bestimmter Grenzen (Fig. 29, 32, 34, 35, Fig. K). Viele Gemmulae erscheinen auf den Schnittbildern kleiner als sie in Wirklichkeit sind, da sie nur tangential getroffen werden. Daß die Größe des Gemmuladurchmessers nur innerhalb bestimmter Grenzen schwankt, mag besser aus den Fig. 34 und 35 hervorgehen, die eine mikrophotographische Aufnahme eines Rasiermesserschnittes bei durchfallendem Lichte zeigt, die Gemmulae der Gemmulaaggregate bei der Fig. 34 sind nicht so sehr verschieden groß wie es nach Fig. 29—32 erscheinen möchte.

Beim Bau der Gemmulakapsel dürften die gleichen mechanischen Prinzipien walten wie bei den Gemmulis der Spongienunterlage. Auch hier dürften sich die Gesetze der Gewölbekonstruktionen aus den Kapselumrissen herauslesen lassen (Fig. 29, 30, Textfigur K). Meist setzt die Sponginkapsel an vorspringenden Ecken des Konkrementkernes an, wie dies Fig. K sehr schön erkennen läßt. Auch die Tendenz der distalen Enden, (den Gesetzen der besten Raumausnützung folgend?) Halbkugelform einzunehmen, geht aus Fig. K und Fig. 30, 32, 35 deutlich hervor.

Besonders auffallend ist im Gegensatz zu den Gemmulis der Spongienunterlage, daß bei den Gemmulis der freien Gemmulaaggregate häufig ein zentrifugal beschleunigtes Wachstum — wenn ich es so nennen darf — vorkommt. Die Fig. K, besonders aber Fig. 30, 32, 35 lassen eine Bevorzugung des Wachstums in radialer Richtung deutlich erkennen. Dadurch heben sich radial geordnete Züge, Reihen von Gemmulis besonders hervor, Bilder erzeugend, die an Hefesprossungen lebhaft erinnern.

Über eingehendere histologisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an den Gemmulis der freien Gemmulaaggregate hoffe ich später berichten zu können.

Kiel, Anfang September 1913.

Literatur-Verzeichnis.

Bowerbank (J.-S.). 1864. A Monograph of the British Spongiadae. Vol. I. Ray Society, London.

Breitfuß, L. L. 1912. Zur Kenntnis der Spongio-Fauna des Kolafjords. Sonderabdruck aus „Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St.-Pétersbourg". Bd. XLI. Lief. 4. p. 61—80. 2 Taf.

Carter (H.-J.). 1883. On the presence of starch-granules in the ovum of the marine sponges, and on the ovigerous layer of *Suberites domuncula* Nardo in Ann. and Mag. of nat. hist. (5) XII, p. 30—36.

Celesia, P. 1893. Della *Suberites domuncula* e della sua simbiosi coi Paguri in „Atti della società Ligustica di scienza naturali e geografiche." Genova 1893. Anno IV. Vol. IV. p. 217—278. Taf. V—VIII.

Cotte, J. 1902. Observations sur les gemmules de *Suberites domuncula* in Comptes Rendus Soc. Biol. Paris. Bd. 54, p. 1493—1495.

Evans, R. 1901. A description of *Ephydatia blembingia* with an account of the formation and structure of the Gemmule. Quart. Journ. Micr. Science. Vol. 44, p. 71.

Hanitsch, R. 1890. Third Report on the Porifera of the L. M. B. C. District. In Trans. Biol. Soc. Liverpool. Vol. 4, p. 192—238. Taf. 10—15.

Jjima, J. 1901. Studies on the Hexactinellida. Contribution I (Euplectellidae). Journ. College of Science Imperial University Tokyo 15.

Kerb, H. 1908. Biologische Beiträge zur Frage der Überwinterung der Ascidien. Arch. f. Mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgesch. Bd. 72, p. 386—414. Taf. 18.

Lendenfeld, R. von. 1898. Die Clavulina der Adria. Nova acta. Abh. der K. Leop. Karol. D. Akad. d. Naturf. Halle. 69. Bd.

Lieberkühn, N. 1859. Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Spongien. Arch. f. Anat. u. Physiologie. (O. Müller.) p. 515 ff. Tab. IX—XI.

Lundbeck, W. 1902. Porifera Part I Homorhapidae and Heterorhapidae. The Danish Ingolf Exp. Copenhagen. Vol. 6. P. I. 108 pgg., 19 Taf.

— 1905. Porifera, Part II Desmacidonidae (pars) ibidem. Vol. 6. P. II. 219 pgg. 7 Fig. 20 Taf.

Müller, Karl. 1911 α. Das Regenerationsvermögen der Süßwasserschwämme, insbesondere Untersuchungen über die bei ihnen vorkommende Regeneration nach Dissoziation und Reunition. Arch. f. Entwicklungsmechanik. Bd. XXXII. 3. Heft. p. 397—446. 28 Fig.

— 1911 β. Beobachtungen über Reduktionsvorgänge bei Spongilliden, nebst Bemerkungen zu deren äußerer Morphologie und Biologie. Zool. Anz. Bd. XXXVI. Nr. 5. p. 114—121. 3 Fig.

— 1911 γ. Reduktionserscheinungen bei Süßwasserschwämmen. Arch. für Entwicklungsmechanik. XXXII. Bd. 4. Heft. p. 557—607. 16 Fig.

Ridley, S. O., und Dendy, A. 1887. Monaxonida in: Report on the Sc. Res. of the voyage of H. M. S. Challenger 1873—76. Zoology vol. XX. 275 pgg. 51 Taf.

Ryder, J. A. 1879. On the destruktive nature of the boring sponge with observations on its gemmules or eggs. The American naturalist vol. XIII.

Schulze, F. E. 1904. Hexactinellida. In: Wiss. Ergebn. d. deutschen Tiefseeexpedition. Bd. 4. 266 S. 52 Taf.

Sollas, J. B. J. 1902. On the sponges collected during the „Skeat Expedition" to the Malay Peninsula 1899/1900. Proceedings of the Zoolog. Society of London 1902. Bd. II. p. 210—221. Taf. 14 u. 15.

Thiele, J. 1898. Studien über pacifische Spongien. Zoologica. Orig. Abh. aus d. Gesamtgebiete der Zoologie. Heft 24. Stuttgart 1898. 72 pgg. 8 Taf.

Topsent, E. 1887. Contribution à l'etude des Clionides. Arch. de Zool. exp. et gén. (2) V, 1887.

— 1888. Notes sur les gemmules de quelques Silicisponges marines. Compte rendu Acad. des Sciences CVI. p. 1298—1300.

— 1900. Étude monographique des Spongiaires de France, III. Monaxonida (Hadromerina). Arch. de Zool. exp. et gén. (III). Bd. VIII. Paris 1900. p. 1—331. Taf. I—VIII.

— 1909. Étude sur quelques *Cladorhiza* et sur *Eucheliplumа pristina* n. g. n. sp. Bull. de l'Inst. Océanogr. de Monaco 1909. Nr. 151. 21 pgg. 2 Taf.

Vosmaer, G. C. J. and Pekelharing, C. A. 1893. On Sollas' membrane in Sponges. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. Leiden 2 e. s. Deel IV, p. 38.

Weltner, W. 1900. Süßwasserschwämme in Denkschr. d. Med. Nat. Ges. Jena. 8. Bd. p. 517—524. T. 42. (Nach dem Zoolog. Jahresbericht.)

Wilson, H. V. 1891. Notes on the development of some sponges. Journ. of Morph. Vol 5. 3.

— 1894. Observations on the gemmula and egg-development of marine sponges. Journ. of Morphologie. Vol. 9. 3.

Literatur über die Entwicklung der Spongillidengemmulae siehe bei Evans 1901!

Tafelerklärung.

Tafel IV. *Ficulina ficus* Linné.

Fig. 1—6. *Ficulina ficus* Linné. Exemplare der Nordsee.

Fig. 1. Äußere Gestalt. Symbiose mit einem *Eupagurus*. $^5/_6$ natürl. Größe.

Fig. 2—5. Der Schwamm in geeigneter Weise aufgeschnitten.

Fig. 2. Im Innern eine mit Gemmulis bedeckte Gastropodenschale *(Natica?)*. Der spiralig gebaute *Eupagurus* sitzt in einem von kompaktem Schwammgewebe gebildeten Spiralgang. $^5/_6$ natürlicher Größe.

Fig. 3. Im Innern eine von Gemmulis bedeckte, noch wohlerhaltene *Natica*schale. Der freie von kompaktem Schwammgewebe gebildete Spiralgang stellt die Fortsetzung der *Natica*höhle dar; Natica- und Spiralgang-Columella bilden eine einheitliche Columella. $^5/_6$ natürl. Größe.

Fig. 4. Im Innern eine von Gemmulis bedeckte *Turritella*schale. $^5/_6$ natürl. Größe.

Fig. 5. Fig. 4 stärker vergrößert; die einzelnen Gemmulae der Gemmulaschicht auf der *Turritella*-schale sind deutlich erkennbar. $2^1/_2$ natürl. Größe.

Fig. 6. *Ficulina ficus* der Nordsee. In einer für die Nordsee selteneren (?), den Barentssee-Exemplaren ähnlichen Form. Auf *Fusus*. Schwamm z. T. abpräpariert, die Gemmulaschicht auf der *Fusus*-schale zu zeigen. $^5/_6$ natürl. Größe.

Fig. 7. *Ficulina ficus*, Exemplar der Barentssee. Auf *Astarte borealis*. Häufigste Form des Vorkommens in der südlichen Barentssee. $^5/_6$ natürl. Größe.

Fig. 8. *Ficulina ficus*, Exemplar der Nordsee. Die *Cerithium(?)*schale im Schwamminnern von Gemmulis bedeckt, die einzeln zu erkennen sind. Der Paguride zeigt den spiraligen Bau. Vergr. 2,2 ×.

Fig. 9. *Ficulina ficus*, Exemplar der Barentssee. Auf einem *Stein*. Schwamm fast ganz abpräpariert, die Gemmulaschicht auf dem Stein zu zeigen. Die einzelnen Gemmulae sind größer als die der Nordsee-Exemplare. Vergr. 2 ×.

Tafel V.

Fig. 10—15. *Spongilla lacustris* (Exemplare aus der Lahn bei Marburg). **Gemmula-Entwicklung.**

Fig. 10—12. Medianschnitte durch Gemmulaentwicklungsstadien.

Fig. 10. Erste Gemmula-Anlage; Archäocyten-Aggregat:

a) dotterfreie Amoebocyten,

t) dotterhaltige Thesocyten.

Obj. 7. Okul. II. Abbé'scher Z. App. Subl. heiß. Hämatox. n. Delaf.

Fig. 11. Differenzierung des Archäocytenaggregates in den Gemmulakeimkörper (gk), (bestehend aus dotterhaltigen Archäocyten) und in die follikelepithelartige, kapselbildende Zellenschicht (e):

a Amoebocyten,

sk Skleroblasten mit Bildungsstadien von Mikroskleren (den späteren dornigen Mikrorhabden),

m dornige Mikrorhabde.

g Geißelkammer.

Obj. 3. Ok. IV. Abbés Z. App. Subl. heiß. Hämatox. n. Delaf.

Fig. 12. Bildung der inneren Sponginmembran (is) der Gemmulakapsel;
a Amoebocyten,
d Dermalzellen,
e die sezernierende Epithelzellreihe, die Zellbasen eine kontinuierliche Basalmembran zur Abscheidung der inneren Kapsel (is) bildend,
gk Gemmulakeimkörper; polygonal abgeplattete Zellen, mit Dotterschollen dicht beladen, bläschenförmiger Kern mit Nukleolus (Archäocytenkern).
Obj. 5. Ok. IV. Abbés Z. App. Subl. heiß. Hämatox. n. Delaf.

Fig. 13. Tangentialschnitt durch eine Gemmula-Anlage. Die den Gemmulakeimkörper follikelartig umhüllende kapselbildende Epithelschicht quer getroffen; ihre Zellen in facettenartiger Anordnung.
Obj. 7. Ok. I. Abbés Z. App. Zenkersche Lösung. Hämatox. n. Delaf.

Fig. 14 u. 15. Medianschnitte durch die kapselbildende Epithelschicht einer Gemmula-Anlage. Alk.-Eisessig. Subl. heiß. Hämatox. n. Delaf.

Fig. 14. Die innere Sponginkapsel abgeschieden. Das Protoplasma des sezernierenden Epithels (e) zieht sich distalwärts zurück; Bildung der Luftkammerschicht (l). Ölimmersion $^1/_{12}$ Ok. IV. Abbés Z. App.

Fig. 15. Bildung der 2. äußeren Sponginkapsel (as):
is innere Sponginkapsel,
l Luftkammerschicht,
e sezernierende Epithelzellreihe.
Obj. 7. Ok. IV. Abbés Z. App.

Tafel VI.

Fig. 16—21. Zur Anatomie der **Spongilliden**-Gemmulae.
Es bedeuten: as äußere Sponginmembran der Gemmulakapsel,
is innere „ „ „
l Luftkammerschicht zwischen beiden,
gk Gemmulakeimkörper,
p Gemmula-Porus.

Fig. 16—18, 20 und 21. *Spongilla lacustris.* Exemplare aus den Gewässern bei Marburg. Subl.-Alk.-Eisessig-Konserv. Hämat. n. Delaf. Medianschnitte durch ausgebildete Gemmulae.

Fig. 16. Totalbild. Doppelte Kapsel, Porus und Gemmulakeimkörper. Obj. 3. Ok. IV. Abbés Z. App.

Fig. 17. Porusteil der Gemmulakapsel mit der Porusverschlußmembran (pm). Obj. 6. Ok. II. Zeich. Prisma.

Fig. 18. Sklerenbewaffnung der Gemmulakapsel durch einen dornigen Mikrorhabd (m). Obj. 7. Ok. IV. Abbés Z. App.

Fig. 19. *Ephydatia Mülleri.* Aus den Gewässern bei Marburg. Medianschnitt durch die Gemmulakapsel. Sklerenbewaffnung der Gemmulakapsel durch regelmäßig angeordnete Amphidisken (a). Ölimmersion $^1/_{12}$ Ok. V. Abbés Zeich. App.

Fig. 20. Einzelne Gemmulakeimzelle aus einer ausgebildeten Gemmula. Typische Form der Dotterschollen bei *Spongilla lacustris.* Zelle doppelkernig, 2 „Archäocyten"kerne. Ölimmersion $^1/_{12}$. Ok. V. Abbés Z. App. Subl. Wiss. Hämat. u. Delaf.

Fig. 21. Kernbilder aus Gemmulakeimzellen. Amitotische Entstehung der Doppelkernigkeit der Gemmulakeimzellen? Ölimmersion $^1/_{12}$. Ok. V. Abbés Z. App. Subl. heiß. Hämat. n. Delaf.

Fig. 22—26. Zur Anatomie und Entwicklung **mariner** Gemmulae. *Ficulina ficus* Linné. Exemplare der Nordsee. Medianschnitte (senkrecht zur Spongienunterlage) durch die Gemmulaschicht auf der Unterlage. Konserv.: Subl.-Alk.-Eisessig, Lo Bianco, van Leuwen. Färb.: Hämat. nach Delaf.

Fig. 22. Übersichtsbild. t = Gemmulakapsel tangential getroffen. Die Gemmulakapseln ohne Porus, ohne Luftkammerschicht und ohne Sklerenbewaffnung. u = Unterlage. Obj. 1. Ok. IV.

Fig. 23 u. 24. Gemmulakapsel; aus zwei verschieden tingierten lamellösen Schichten bestehend; die Unterlage nur von einer dünnen Sponginschicht überzogen. t = Tylostyle, die zufällig liegengeblieben, wie Fremdkörper von der Gemmula mit Spongin eingehüllt sind. Ihre freie Endigung zeigt, daß ihnen keine Bedeutung als Kapselfestigung zukommt. u = Unterlage.

Fig. 23. Obj. 7. Ok. 0. Abbés Zeich. App.

Fig. 24. Obj. 4. Ok. XII. „ „ „

Fig. 25. Gemmulabildungsstadien. a) Archäocytenaggregate.

Obj. 2. Ok. IV. Abbés Z. App.

Fig. 26. Bildung der Gemmulakapsel (s) durch eine äußere und innere epithelartige Zellreihe. Nur die innere (ie) ist gezeichnet, und die beim Schneiden künstlich gelöste Sponginmembran (s), gk Gemmulakeimkörper.

Obj. 7. Ok. II. Zeich. Prisma.

Tafel VII. *Ficulina ficus* Linné. Exemplare der Barents-See.

Fig. 27—35. Freie Gemmula-Aggregate im Schwamminnern.

Fig. 27 und 28. Schnitte durch *Ficulina ficus;* in Fig. 27 7, in Fig. 28 4 freie Gemmula-Aggregate im Schnitt getroffen. Jedes Aggregat ist von einem hellen Hof kompakten, lumenlosen Schwammgewebes umgeben. Vergr. 2,2 mal.

Fig. 29—31. Gemmula-Aggregate, im Innern einen Fremdkörperkern enthaltend.

Fig. 29. Vergr. 7 mal.

Fig. 30/31. Vergr. 4 mal.

Fig. 32—35. „Kernlose" freie Gemmula-Aggregate; im Innern ist keine Andeutung eines Fremdkörperkernes erkennbar.

Fig. 32. Vergr. 7 mal.

Fig. 33. Vergr. 4 mal.

Fig. 34 und 35. Freie kernlose Gemmula-Aggregate, bei durchscheinendem Licht photographiert.

Fig. 34. Vergr. 12 mal.

Fig. 35. Vergr. 11 mal.

Nähere Erklärungen siehe Text.

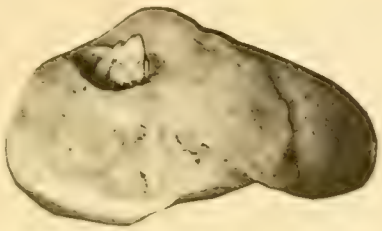


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

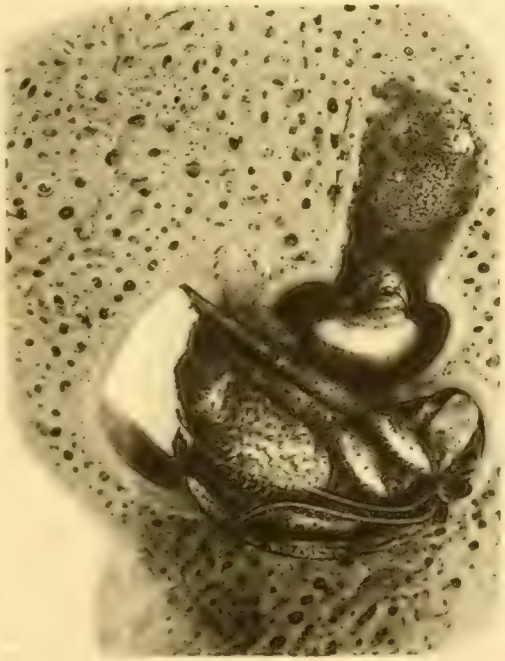


Fig. 8

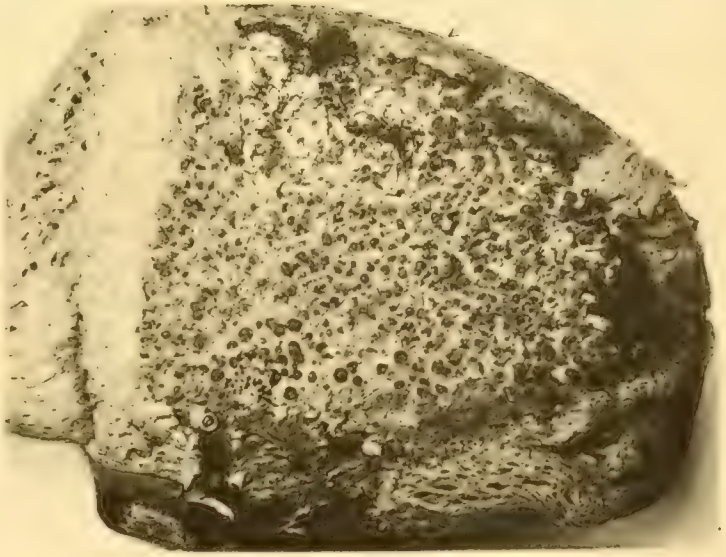


Fig. 9

Müller, phot.

Lichtdruck Meisenbach, Riffarth & Co., Berlin

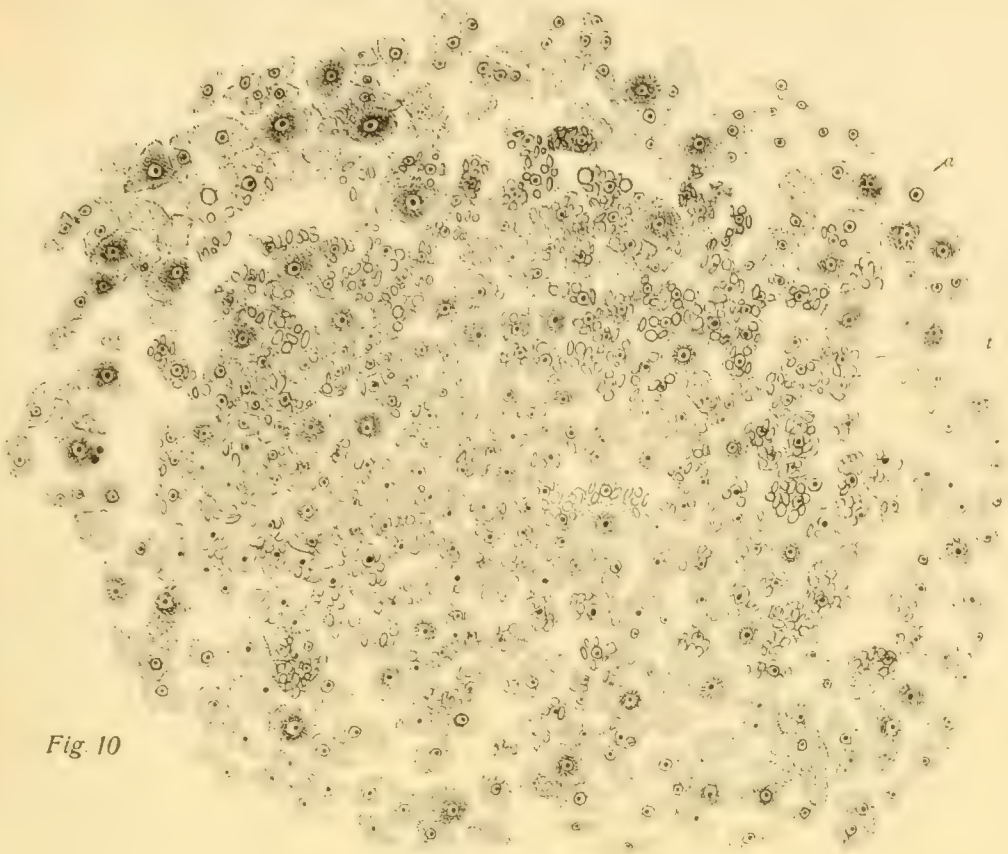


Fig. 10

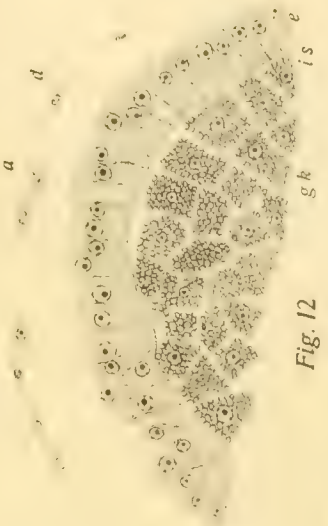


Fig. 12

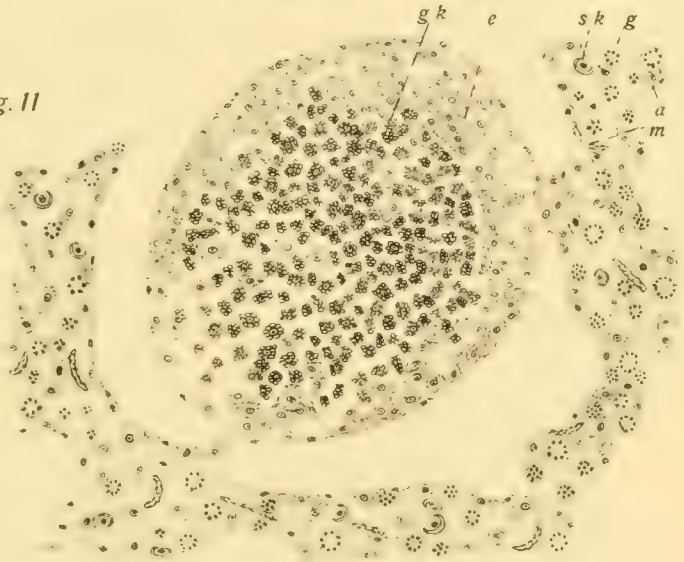


Fig. 11

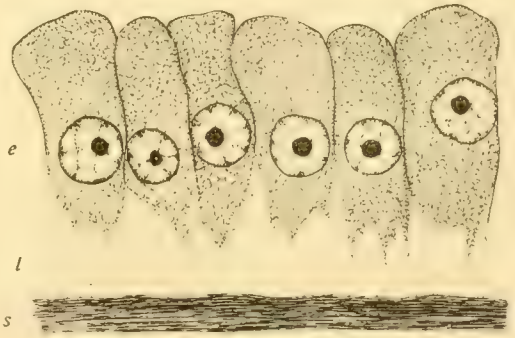


Fig. 14

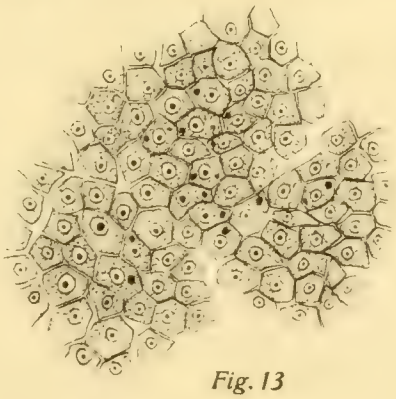


Fig. 13

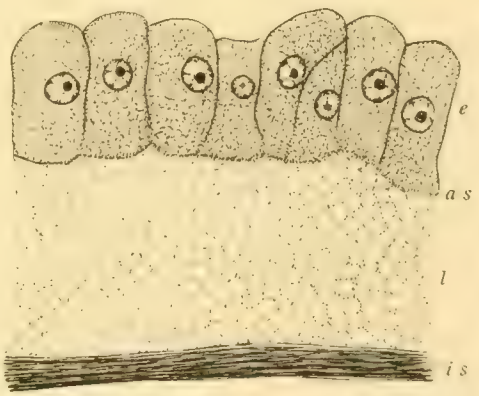


Fig. 15

Lichtdruck Meisenbach, Riffarth & Co., Berlin.

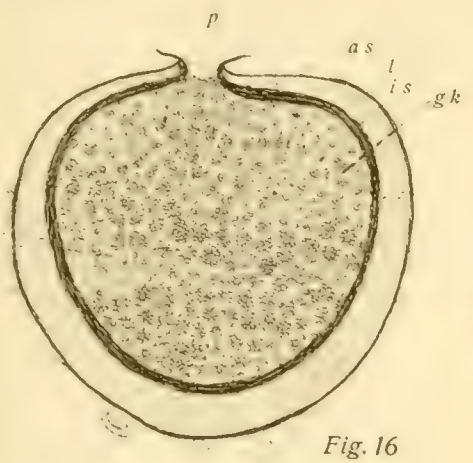


Fig. 16

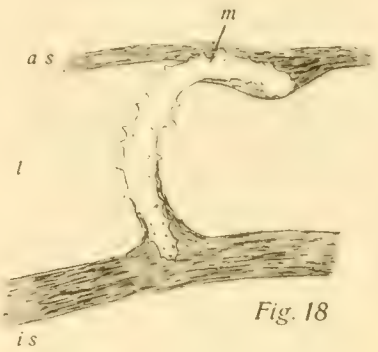


Fig. 18

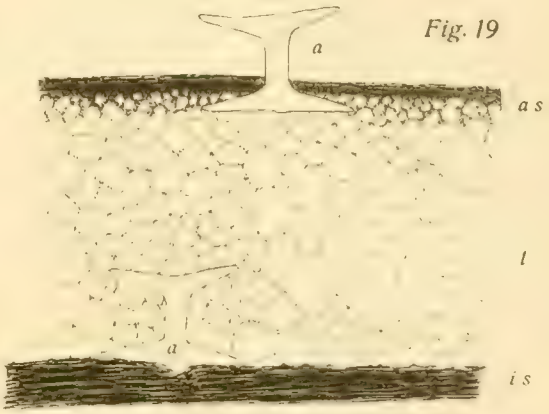


Fig. 19

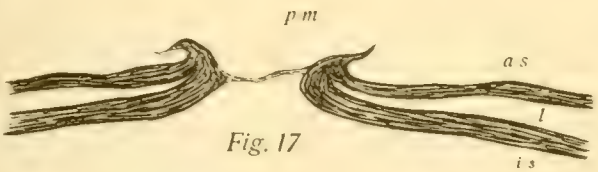


Fig. 17

Fig. 20

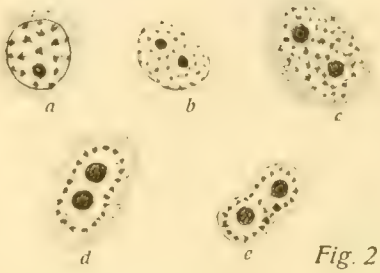


Fig. 21

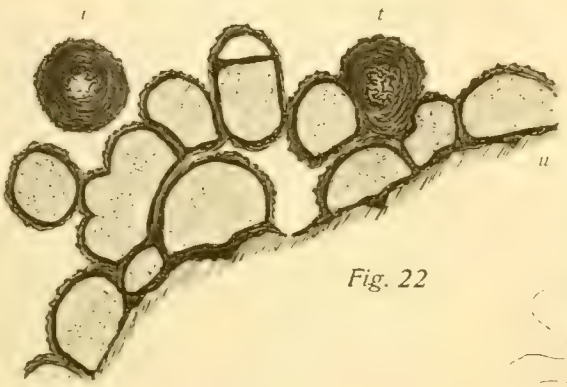


Fig. 22

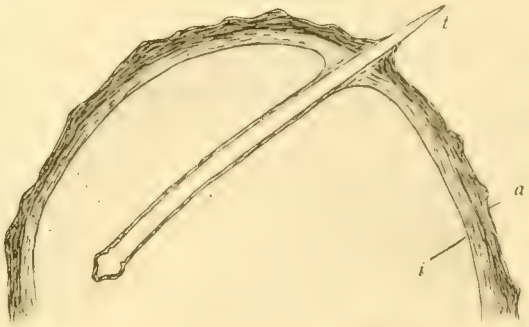


Fig. 23

Fig. 25

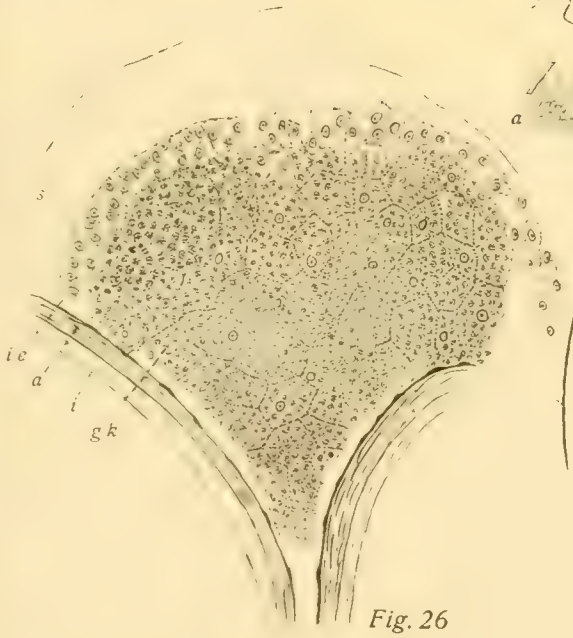


Fig. 26

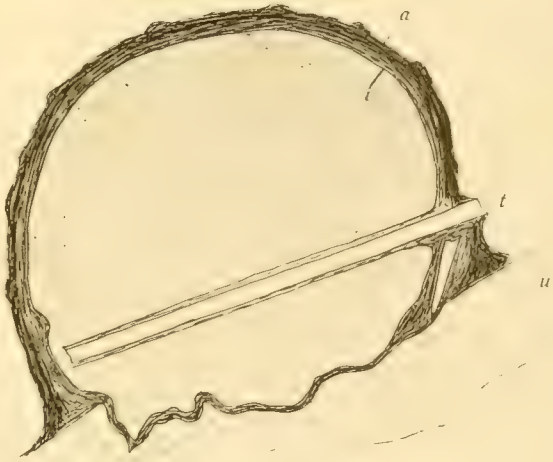


Fig. 24

Lichtdruck Meisenbach, Riffarth & Co., Berlin.

Fig. 27

Fig. 28

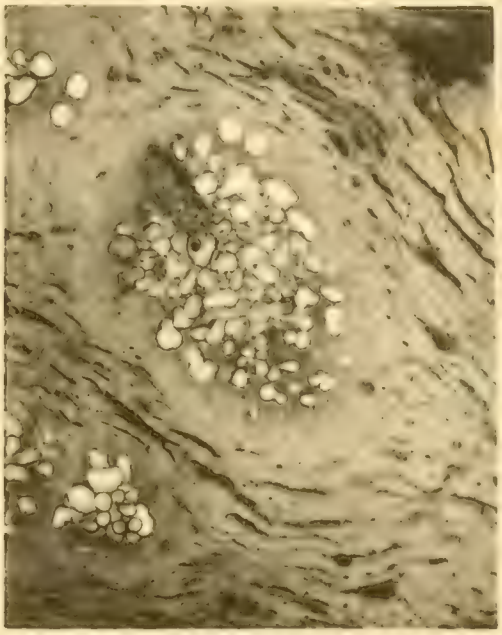


Fig. 29

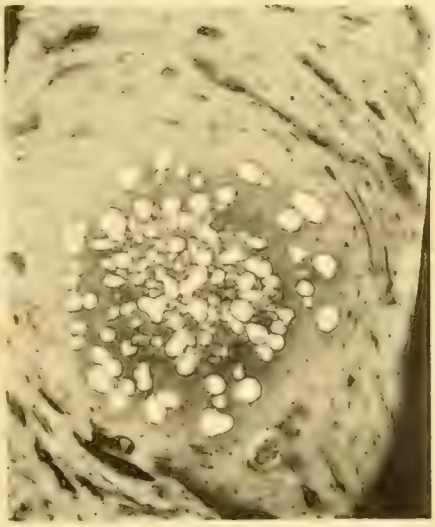


Fig. 32

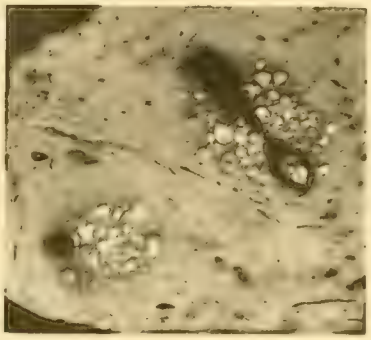


Fig. 31

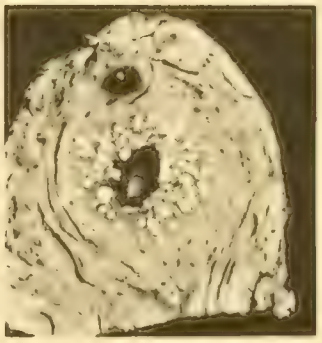


Fig. 30

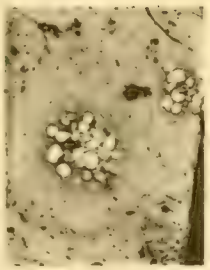


Fig. 33

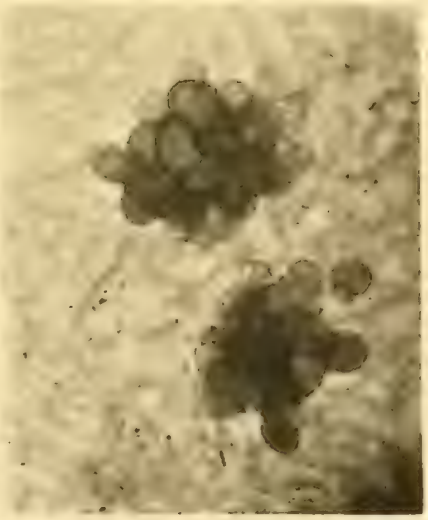


Fig. 34

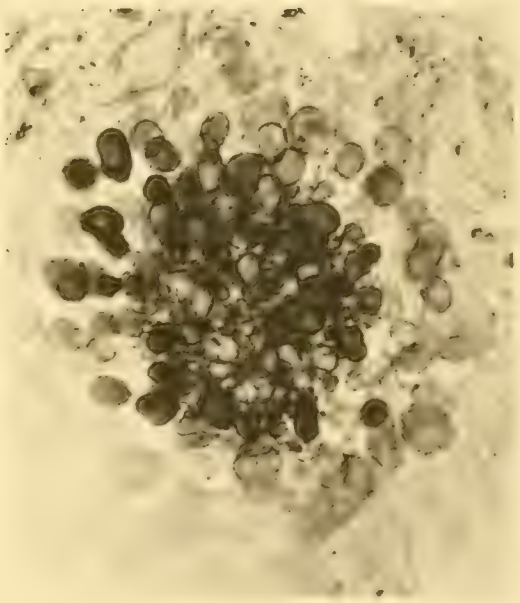


Fig. 35

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Sechzehnter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 7 Tafeln, 50 Textfiguren und 2 Karten.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY

Kiel und **Leipzig.**
Verlag von Lipsius & Tischer.
1914.

Verlag von **Lipsius & Tischer, Kiel** und **Leipzig.**

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. Gr. 4°.

Band I, Heft 1. 1894. VI., 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. 30 Mk.
do. Heft 2. 1896. XIII, 191, III S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. 20 Mk.
Band II, Heft 1, Abt. 1. 1896. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. 25 Mk.
do. Heft 1, Abt. 2. 1897. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. 35 Mk.
do. Heft 2. 1897. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. 16 Mk.
Band III, Abt. Helgoland, Heft 1. 1899. 125 Seiten mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text. 20 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1900. IV., 280 Seiten mit 6 Tafeln, 20 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen. 30 Mk.
do. Abt. Kiel. 1898. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. 16 Mk.
Band IV, Abt. Helgoland, Heft 1. 1900. 140 Seiten mit 2 Tafeln, und 11 Figuren im Text. 15 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1900. V, 263 Seiten mit 8 Tafeln, 1 Karte und 4 Figuren im Text. 20 Mk.
do. Abt. Kiel. 1899. III, 253 Seiten mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text. 20 Mk.
Band V, Abt. Helgoland, Heft 1. 1902. 56 Seiten mit 3 Tafeln und 11 Figuren im Text. 6 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1904. 59 Seiten mit 8 Figuren im Text. 5 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 3. 1912. IV, 112 Seiten mit 10 Tafeln und 46 Figuren im Text. 19 Mk.
do. Abt. Kiel, Heft 1. 1900. IV, 96 S. m. 87 Figuren im Text. 8 M.
do. Abt. Kiel, Heft 2. 1901. VI, 170 Seiten mit 1 Tafel, 1 Karte und 96 Figuren im Text. 16 Mk.
Band VI, Abt. Helgoland, Heft 1. 1904. 126 Seiten mit 2 Tafeln und 17 Figuren im Text. 10 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1904. 72 Seiten mit 14 Tafeln und 1 Figur im Text. 15 Mk.
Band VI, Abt. Kiel. 1902. 234 Seiten mit 6 Tafeln und 14 Figuren im Text. 20 Mk.
Band VII, Abt. Helgoland, Heft 1. 1905. 78 Seiten mit 3 Tafeln und 5 Figuren im Text. 8 Mk.
Band VII, Abt. Helgoland, Heft 2. 1906. 138 Seiten mit 4 Karten und 11 Figuren im Text. 10 Mk.
do. Abt. Kiel. 1903. III, 145 Seiten mit 7 Tafeln und 1 Figur im Text. 14 Mk.
Band VIII, Abt. Helgoland, Heft 1. 1906. 127 Seiten mit 3 Tafeln und 54 Figuren im Text. 10 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1908. III, 142 Seiten mit 5 Tafeln, 6 Karten und 33 Figuren im Text. 20 Mk.
do. Abt. Kiel, Ergänzungsheft. 1903. IV, 157 Seiten mit 257 Figuren im Text. 15 Mk.
do. Abt. Kiel. 1905. 257 Seiten mit 5 Tafeln, 4 Karten, 15 graph. Darstellungen, 31 Tabellen und 286 Figuren und Karten im Text. 30 Mk.
Band IX, Abt. Helgoland, Heft 1. 1909. 141 Seiten mit 18 Tafeln und 18 Figuren im Text. 25 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1910. 92 Seiten mit 1 Tafel, 7 Karten, 6 Tabellen und 13 Abbild. im Text. 15 Mk.
do. Abt. Kiel. 1906. 307 Seiten mit 10 Tafeln, 13 Tabellen, 5 Karten, 14 graph. Darstellg. u. 12 Figuren im Text. 26 Mk.
Band X, Abt. Helgoland, Heft 1. 1911. 11 Seiten mit 13 Tafeln und 5 Figuren im Text. 20 Mk.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1913. XI, 70 Seiten mit 2 Tafeln und 8 Figuren im Text. 10 Mk.
do. Abt. Kiel. 1908. 370 Seiten mit 17 Tafeln, 8 Tabellen und 51 Figuren im Text. 40 Mk.
do. Abt. Kiel, Ergänzungsheft. 1909. II, 79 Seiten mit 143 Figuren im Text. 10 Mk.
Band XI, Abt. Kiel. 1910. 365 Seiten mit 4 Tafeln, 3 Karten, 5 Tabellen und 39 Abbild. im Text. 30 Mk.
Band XII, Abt. Kiel. 1911. 330 und VIII Seiten mit 2 Tafeln, 49 Figuren und 15 Karten im Text. 30 Mk.
Band XIII, Abt. Kiel. 1911. 357 und VIII Seiten mit 3 Tafeln, 82 Figuren im Text und 8 Karten. 30 Mk.
Band XIV, Abt. Kiel. 1912. III, 272 Seiten mit 55 Figuren im Text, 2 Karten, zahlreichen Tabellen und Kurven. 20 Mk.
Band XV, Abt. Kiel. 1913. 364 Seiten mit 4 Tafeln, 78 Textfiguren, 4 Karten und 31 Tabellen. 30 Mk.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang. 1971. XI, 178 Seiten mit 1 Tafel und 1 Karte. 1873. 15 Mk.
II. und III. Jahrgang. 1872/73. VII, 380 Seiten mit 16 Tafeln und 10 Karten. 1875. 40 Mk.

Sonderausgaben:

Zur Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer. 6 Mk.
Über die Luft des Meerwassers. Von Prof. Dr. O. Jacobsen. 2 Mk.
Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus. 4 Mk.
Zoologische Ergebnisse, 20 Mk.
Befischung der deutschen Küsten. Von Prof. Dr. V. Hensen. 10 Mk.
Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten. 2 Mk.
Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. 4 Mk.

IV., V. und VI. Jahrgang. 1874—76. IV, 294 Seiten und 24 Seiten mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. 36 Mk.

Ferner die Fortsetzung unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881. IX, 315, 70 Seiten mit 16 Tafeln, 3 Karten, 4 graph. Darstellungen und zahlreichen Abbildungen. 3 Abt. 1884. 49 Mk.
I. Abt. 1882. IX. 184 Seiten. Mit 14 Tafeln. 25 Mk
II. Abt. 1883. 130 Seiten. Mit 2 Tafeln, 1 Karte und zahlreichen Abbildungen. 12 Mk.
III. Abt. 1884. 70 Seiten. Mit 2 Karten und 4 graph. Darstellg. 12 Mk.

Fünfter Bericht für die Jahre 1882—1886. XI, 108, XXV. 49 Seiten mit 8 Tafeln. 1887. 25 Mk.
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1891. XI, 256 Seiten mit 2 Tafeln, 2 Karten, 1 Tabelle u. 14 Figuren im Text. 3 Hefte. 27 Mk.
I. Heft. 1889. XI, 102 Seiten mit 1 Karte und 8 Figuren. 12 Mk.
II. Heft. 1890. 46 Seiten mit 1 Tafel und 1 Tabelle. 5 Mk.
III. Heft. 1893. 108 Seiten mit 1 Tafel, 1 Karte u. 6 Abbild. 10 Mk.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen

an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei.
1873—1881 in je 12 Heften, quer Folio, per Jahrgang 12 Mk. Jahrg.
1882—1893 in je 4 Abt. à 50—60 Seiten quer Folio, pro Abt. 3 Mk., pro Jahrg. 12 Mk.

Atlas deutscher Meeresalgen

von Prof. Dr. J. Reinke.
I. Heft. 1889. IV, 34 Seiten Folio. Mit 25 Tafeln. 30 Mk.
II. Heft. Lfg. 1, 2. 1891. 20 Seiten Folio. Mit 10 Tafeln. 12 Mk.
II. Heft. Lfg. 3—5. 1892. IV, 16 Seiten Folio. Mit 15 Tafeln. 18 Mk.

Die Fische der Ostsee.

Von K. Möbius u. Fr. Heincke (Separat-Abdruck aus dem VI. Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere).
1883. 208 Seiten. Mit 1 Karte und zahlr. Abbild. 5 Mk.

Variation und Asymmetrie bei Pleuronectes flesus L.

(Statistisch untersucht.) Von Dr. Georg Duncker.
1900. 74 Seiten. 4°. Mit 4 Tafeln, 3 Figuren im Text, mehrere Text- und 7 Anhangstabellen. (Sonder-Abdruck aus „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen", N. F. III. Bd., Abt. Helgoland, Heft 2.) 10 Mk.

Biologische Beobachtungen

bei der künstlichen Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee. Von Dr. H. A. Meyer. Im Anschluß an die Abhandlung VII im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. 1878. 20 Seiten. gr. 8°. 1 Mk.

Gemeinfaßliche Mitteilungen

aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. Hrsg. im Auftr. d. Kgl. Ministeriums f. Landwirtschaft, Domänen und Forsten.
1880. 56 Seiten gr. 8°. Mit 1 Tafel und zahlr. Abbild. Mk. 1,50.

Verlag von **Lipsius & Tischer, Kiel** und **Leipzig.**

Tod, Zeugung und Vererbung unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner.

Von **Viktor Hensen.**

84 S., gr. 4°. Mit 20 Textfiguren. Preis M 6.—.

(Abhandlung Nr. 1 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 16. Band. Abteilung Kiel.)

Über die Bestimmung des Fischbestandes im Meer.

Vortrag, gehalten am 18. Juni 1911 im schleswig-holsteinischen Naturwissenschaftl. Verein. Ergänzt zum Zweck der Veröffentlichung

von **Viktor Hensen.**

32 S., gr. 4°. Mit 1 Karte im Text. Preis M 2.—.

(Abhandlung 1 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 14. Band. Abteilung Kiel.)

Die hydrographisch-chemischen Methoden.

Von **Ernst Ruppin.**

17 S., gr. 4°. Mit 9 Textfiguren. Preis M 1.—.

(Abhandlung 2 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 14. Band. Abteilung Kiel.)

Quantitative Untersuchungen an dem Plankton bei dem Feuerschiff „Borkumriff" im Jahre 1910.

Von Dr. **Fr. Lücke.**

26 S., gr. 4°. Mit 3 Textfiguren und 2 Tabellen als Anhang. Preis M 1.80.

(Abhandlung 5 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 14. Band. Abteilung Kiel.)

Die planktonischen Fischeier und Larven der Ostsee.

Untersuchungen während der Laichperiode 1910/11.

Von Dr. **Adolf Heinen.**

61 S., gr. 4°. Mit 25 Textfiguren, 1 Karte und 37 Tabellen. Preis M 5.—.

(Abhandlung 6 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 14. Band. Abteilung Kiel.)

Zur Feststellung der Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der Planktonten mit besonderer Berücksichtigung der Schlauchfänge.

Von **Viktor Hensen.**

13 S., gr. 4°. Mit 3 Textfiguren und 4 Tabellen. Preis M 1.—.

(Abhandlung 7 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 14. Band. Abteilung Kiel.)

Beitrag zur Hydrographie der Belt- und Ostsee.

Von **Ernst Ruppin.**

68 S., gr. 4°. Mit 12 Tabellen und 30 Kurven. Preis M 6.—.

(Abhandlung 8 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 14. Band. Abteilung Kiel.)

Zur Kenntnis der Maldaniden der Nord- und Ostsee.

Von **Dr. Wilhelm Nolte.**

94 S., gr. 4°. Mit 2 Tafeln, 1 Karte und 27 Textfiguren. Preis M 5.—

(Abhandlung 1 aus Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 15. Band. Abteilung Kiel.)

Verlag von **Lipsius & Tischer, Kiel** und **Leipzig.**

Die Plankton-Expedition und Haeckels Darwinismus.

Über einige Aufgaben und Ziele der beschreibenden Naturwissenschaften

von

Prof. Dr. V. Hensen.

87 S. mit 2 Tafeln, gr. 8°. Preis **M 3.—**

Gegen die unzeitigen Angriffe von seiten Haeckels, welche gegen den Leiter der »Plankton-Expedition« gerichtet waren, erfolgt hier die Verteidigung durch sachgemäße und ruhige Darlegung der Ziele, die der Expedition vorgeschwebt haben. Die Schrift gilt als eine der bedeutsamsten der modernen Naturwissenschaft.

Analytische Plankton-Studien.

Ziele, Methoden und Anfangsresultate der quantitativ-analytischen Plankton-Forschung

von

Dr. Franz Schütt, Prof. in Greifswald.

VIII, 118 S., gr. 8°. Mit 16 Tabellen, 1 farb. Karte u. Abbild. im Text. Preis **M 3.—.**

Der Zweck dieser interessanten Schrift ist, einerseits das von Hensen eingeschlagene Verfahren zur Bestimmung der im Meerwasser vorhandenen Menge lebender Wesen mit logischer Schärfe zu begründen und die dagegen erhobenen Bedenken zu widerlegen, anderseits eine Anzahl der durch dieses Verfahren bis jetzt erreichten Ergebnisse darzustellen.

Verlag von R. Friedlaender & Sohn in Berlin NW. 6, Karlstr. 11.

Das Tierreich.

Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen.

Im Auftrage der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften herausgegeb. von Franz Eilhard Schulze.

In den Jahren 1912—1913 sind erschienen:

Liefg. 31: **Ostracoda.** Bearbeitet von G. W. Müller (Greifswald). 431 Seiten m. 92 Abbildungen. Einzelpreis M 32.—.

Liefg. 32: **Salpae I: Desmomyaria.** Bearbeitet von J. E. W. Ihle (Utrecht). 67 Seiten m. 68 Abbildungen. Einzelpreis M 6.—.

Liefg. 33: **Eublepharidae, Uroplatidae, Pygopodidae.** Bearbeitet von F. Werner (Wien). 33 Seiten m. 6 Abbild. Einzelpreis M. 3.20.

Liefg. 34: **Amathusiidae.** Bearbeitet von H. Stichel (Berlin). 248 Seiten m. 42 Abbildungen. Einzelpreis M. 18.—.

Liefg. 35: **Turbellaria II: Rhabdocoelidae.** Bearbeitet v. L. von Graff (Graz). 484 Seiten m. 394 Abbildungen. Einzelpreis M. 38.—.

Liefg. 36: **Pteropoda.** Bearbeitet von J. J. Tesch (Helder) 154 Seiten m. 108 Abbildungen. Einzelpreis M 13.—.

Liefg. 37: **Gymnophiona (Amphibia apoda).** Bearbeitet von Fr. Nieden (Berlin). 31 Seiten m. 20 Abbildungen. Einzelpreis M 3.50.

Liefg. 38: **Solenogastres.** Bearbeitet von J. Thiele (Berlin). 57 Seiten m. 28 Abbildungen. Einzelpreis M 5.20.

Liefg. 39: **Cumacea (Sympoda).** Bearbeitet von T. Stebbing (Tunbridge Wells). 210 Seiten m. 137 Abbild. Einzelpreis M 16.—.

Liefg. 40: **Salpae II: Cyclomyaria et Pyrosomida.** Bearbeitet von G. Neumann (Dresden). 37 Seiten m. 19 Abbild. Einzelpreis M 3.60.

Der Subskriptionspreis ist Drei Viertel des Einzelpreises und beträgt für die bisher erschienenen Lieferungen: 464.10 Mark.

Ausführliche Prospekte auf Verlangen gratis und franko!

Druck: „Helder Anzeiger", G. m. b. H., Heide i. H.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03017